

RECEIVED

FEB 07 2002

NE-1078

Technology Center 2600

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

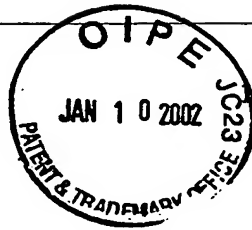
特開2000-59793

(P2000-59793A)

(43) 公開日 平成12年2月25日 (2000.2.25)

(51) Int.Cl.⁷H04N 7/32
7/30

識別記号



F I

H04N 7/137
7/133

テーマコード(参考)

Z 5 C 0 5 9
Z

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 41 頁)

(21) 出願番号 特願平10-224885

(22) 出願日 平成10年8月7日 (1998.8.7)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 佐藤 数史

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(72) 発明者 小森 健司

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
ー株式会社内

(74) 代理人 100067736

弁理士 小池 晃 (外2名)

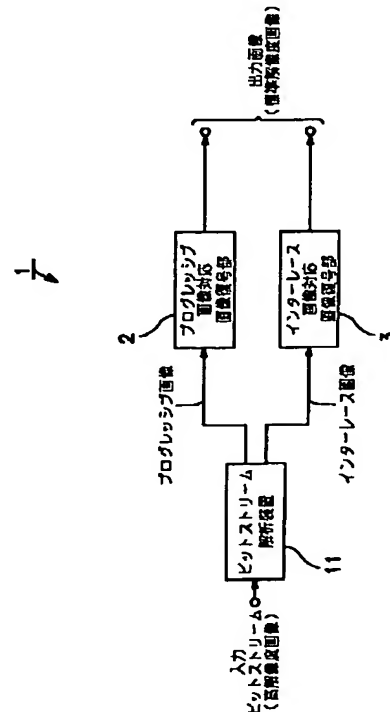
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像復号装置及び画像復号方法

(57) 【要約】

【課題】 飛び越し走査画像が有するインターレース性を損なうことなく動画画像データの画素の位相ずれをなくす M P E G ダウンデコーダを提供する。

【解決手段】 インターレース画像対応画像復号部3は、インターレース画像が入力され、DCTモードがフィールドモードの場合、 4×4 の縮小IDCTを行う。また、DCTモードがフレームモードの場合、DCTブロックの全係数に対してIDCTをして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれDCTをする。そして、この2つの画素ブロックの低周波係数に対してIDCTをし、2つの画素ブロックを合成する。プログレッシブ画像対応画像復号部2は、プログレッシブ画像が入力され、DCTブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを復号する画像復号装置において、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第1の逆直交変換手段と、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第2の逆直交変換手段と、上記第1の逆直交変換手段又は上記第2の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画画像データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成する第1の画像復号部と、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第3の逆直交変換手段と、上記第3の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画画像データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする第2の画像復号部とを有し、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、上記第1の画像復号部により第2の解像度の動画画像データを復号し、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、上記第2の画像復号部により第2の解像度の動画画像データを復号

することを特徴とする画像復号装置。

【請求項2】 所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを復号する画像復号装置において、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第1の逆直交変換手段と、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第2の逆直交変換手段と、上記第1の逆直交変換手段又は上記第2の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画画像データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する第1の画像復号部と、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第3の逆直交変換手段と、上記第3の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画画像データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対し

て逆直交変換をする第2の画像復号部とを有し、
飛び越し走査方式の動画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、上記第1の画像復号部により第2の解像度の動画像データを復号し、順次走査方式の動画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、上記第2の画像復号部により第2の解像度の動画像データを復号することを特徴とする画像復号装置。

【請求項3】 所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを復号する画像復号方法において、飛び越し走査方式の動画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、加算して得られた動画像データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成し、順次走査方式の動画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、加算して得られた動画像データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して

動き補償をし、
上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする画像復号方法。

【請求項4】 所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画像データを復号する画像復号方法において、飛び越し走査方式の動画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、加算して得られた動画像データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成し、順次走査方式の動画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、

加算して得られた動画像データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする画像復号方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換することによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データを、復号する画像復号装置及び画像復号方法に関し、特に、第1の解像度の圧縮画像データを復号して、この第1の解像度よりも低い第2の解像度の動画像データに縮小する画像復号装置及び画像復号方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】MPEG2 (Moving Picture Experts Group phase2) 等の画像圧縮方式を用いたデジタルテレビジョン放送の規格化が進められている。デジタルテレビジョン放送の規格には、標準解像度画像（例えば垂直方向の有効ライン数が576本）に対応した規格、高解像度画像（例えば垂直方向の有効ライン数が1152本）に対応した規格等がある。そのため、近年、高解像度画像の圧縮画像データを復号するとともにこの圧縮画像データを1/2の解像度に縮小することにより、標準解像度画像の画像データを生成して、この画像データを標準解像度に対応したテレビジョンモニタに表示するダウンデコーダが求められている。

【0003】高解像度画像に対して動き予測による予測符号化及び離散コサイン変換による圧縮符号化をしたMPEG2等のビットストリームを、復号するとともに標準解像度画像にダウンサンプリングするダウンデコーダが、文献「低域ドリフトのないスケラブル・デコーダ」（岩橋・神林・貴家：信学技報 CS94-186, DSP94-108, 1995-01）に提案されている（以下、この文献を文献1と呼ぶ。）。この文献1には、以下の第1から第3のダウンデコーダが示されている。

【0004】第1のダウンデコーダは、図29に示すように、高解像度画像のビットストリームに対して8（水平方向のDC成分から数えた係数の数）×8（垂直方向のDC成分から数えた係数の数）の逆離散コサイン変換をする逆離散コサイン変換装置1001と、離散コサイン変換がされた高解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1002と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1003と、フレームメモリ1003が記憶した参照画像に1/2画素精度で動き補償をする動き補償装置1004と、フレームメモリ1003

が記憶した参照画像を標準解像度の画像に変換するダウンサンプリング装置1005とを備えている。

【0005】この第1のダウンデコーダでは、逆離散コサイン変換を行い高解像度画像として復号した出力画像を、ダウンサンプリング装置1005で縮小して標準解像度の画像データを出力する。

【0006】第2のダウンデコーダは、図30に示すように、高解像度画像のビットストリームのDCT (Discrete Cosine Transform) ブロックの高周波成分の係数を0に置き換えて8×8の逆離散コサイン変換をする逆離散コサイン変換装置1011と、離散コサイン変換がされた高解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1012と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1013と、フレームメモリ1013が記憶した参照画像に1/2画素精度で動き補償をする動き補償装置1014と、フレームメモリ1013が記憶した参照画像を標準解像度の画像に変換するダウンサンプリング装置1015とを備えている。

【0007】この第2のダウンデコーダでは、DCTブロックの全ての係数のうち高周波成分の係数を0に置き換えて逆離散コサイン変換を行い高解像度画像として復号した出力画像を、ダウンサンプリング装置1005で縮小して標準解像度の画像データを出力する。

【0008】第3のダウンデコーダは、図31に示すように、高解像度画像のビットストリームのDCTブロックの低周波成分の係数のみを用いて例えば4×4の逆離散コサイン変換をして標準解像度画像に復号する縮小逆離散コサイン変換装置1021と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1022と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1023と、フレームメモリ1023が記憶した参照画像に1/4画素精度で動き補償をする動き補償装置1024とを備えている。

【0009】この第3のダウンデコーダでは、DCTブロックの全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換を行い、高解像度画像から標準解像度画像として復号する。

【0010】ここで、上記第1のダウンデコーダでは、DCTブロック内の全ての係数に対して逆離散コサイン変換を行い高解像度画像を復号しているため、高い演算処理能力の逆離散コサイン変換装置1001と高容量のフレームメモリ1003とが必要となる。また、上記第2のダウンデコーダでは、DCTブロック内の係数のうち高周波成分を0として離散コサイン変換を行い高解像度画像を復号しているため、逆離散コサイン変換装置1011の演算処理能力は低くて良いが、やはり高容量のフレームメモリ1013が必要となる。これら第1及び第2のダウンデコーダに対し、第3のダウンデコーダでは、DCTブロック内の全ての係数うち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換をしているため逆離

散コサイン変換装置1021の演算処理能力が低くてよく、さらに、標準解像度画像の参照画像を復号しているのでフレームメモリ1023の容量も少なくすることができる。

【0011】ところで、テレビジョン放送等の動画の表示方式には、順次走査方式と飛び越し走査方式とがある。順次走査方式は、フレーム内の全ての画素を同じタイミングでサンプリングした画像を、順次表示する表示方式である。飛び越し走査方式は、フレーム内の画素を水平方向の1ライン毎に異なるタイミングでサンプリングした画像を、交互に表示する表示方式である。

【0012】この飛び越し走査方式では、フレーム内の画素を1ライン毎に異なるタイミングでサンプリングした画像のうち的一方を、トップフィールド（第1フィールドともいう。）といい、他方をボトムフィールド（第2のフィールドともいう。）という。フレームの水平方向の先頭ラインが含まれる画像がトップフィールドとなり、フレームの水平方向の2番目のラインが含まれる画像がボトムフィールドとなる。従って、飛び越し走査方式では、1つのフレームが2つのフィールドから構成されることとなる。

【0013】MPEG2では、飛び越し走査方式に対応した動画画像信号を効率良く圧縮するため、画面の圧縮単位であるピクチャにフレームを割り当てて符号化するだけでなく、ピクチャにフィールドを割り当てて符号化することもできる。

【0014】MPEG2では、ピクチャにフィールドが割り当てられた場合には、そのビットストリームの構造をフィールド構造と呼び、ピクチャにフレームが割り当てられた場合には、そのビットストリームの構造をフレーム構造と呼ぶ。また、フィールド構造では、フィールド内の画素からDCTブロックが形成され、フィールド単位で離散コサイン変換がされる。このフィールド単位で離散コサイン変換を行う処理モードのことをフィールドDCTモードと呼ぶ。また、フレーム構造では、フレーム内の画素からDCTブロックが形成され、フレーム単位で離散コサイン変換がされる。このフレーム単位で離散コサイン変換を行う処理モードのことをフレームDCTモードと呼ぶ。さらに、フィールド構造では、フィールド内の画素からマクロブロックが形成され、フィールド単位で動き予測がされる。このフィールド単位で動き予測を行う処理モードのことをフィールド動き予測モードと呼ぶ。また、フレーム構造では、フレーム内の画素からマクロブロックが形成され、フレーム単位で動き予測がされる。フレーム単位で動き予測を行う処理モードのことをフレーム動き予測モードと呼ぶ。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記文献1に示された第3のダウンデコーダを利用して、飛び越し走査方式に対応した圧縮画像データを復号する画像復号

装置が、例えば文献「A Compensation Method of Drift Errors in Scalability」(N. OBIKANE, K. TAHARA and J. YONEMITSU, HDTV Work Shop'93)に提案されている（以下、この文献を文献2と呼ぶ）。

【0016】この文献2に示された従来の画像復号装置は、図32に示すように、高解像度画像をMPEG2で圧縮したビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置1031と、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされたビットストリームを復号する可変長符号復号装置1032と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置1033と、DCTブロックの全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて例えば4×4の逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を復号する縮小逆離散コサイン変換装置1034と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置1035と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ1036と、フレームメモリ1036が記憶した参照画像に1/4画素精度で動き補償をする動き補償装置1037とを備えている。

【0017】この文献2に示された従来の画像復号装置の縮小逆離散コサイン変換装置1034は、DCTブロック内の全ての係数のうち低周波成分の係数のみを用いて逆離散コサイン変換をするが、フレームDCTモードとフィールドDCTモードとで、逆離散コサイン変換を行う係数の位置が異なっている。

【0018】具体的には、縮小逆離散コサイン変換装置1034は、フィールドDCTモードの場合には、図33に示すように、DCTブロック内の8×8個のうち、低域の4×4個の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。それに対し、縮小逆離散コサイン変換装置1034は、フレームDCTモードの場合には、図34に示すように、DCTブロック内の8×8個の係数のうち、4×2個+4×2個の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。

【0019】また、この文献2に示された従来の画像復号装置の動き補償装置1037は、高解像度画像に対して行われた動き予測の情報（動きベクトル）に基づき、フィールド動き予測モード及びフレーム動き予測モードのそれぞれに対応した1/4画素精度の動き補償を行う。すなわち、通常MPEG2では1/2画素精度で動き補償が行われることが定められているが、高解像度画像から標準解像度画像を復号する場合には、ピクチャ内の画素数が1/2に間引かれるため、動き補償装置1037では動き補償の画素精度を1/4画素精度として動き補償を行っている。

【0020】従って、動き補償装置1037では、高解像度画像に対応した動き補償を行うため、標準解像度の画像としてフレームメモリ1036に格納された参照画

像の画素に対して線形補間して、 $1/4$ 画素精度の画素を生成している。

【0021】具体的に、フィールド動き予測モード及びフレーム動き予測モードの場合の垂直方向の画素の線形補間処理を、図35及び図36を用いて説明する。なお、図面中には、縦方向に垂直方向の画素の位相を示し、表示画像の各画素が位置する位相を整数で示している。

【0022】まず、フィールド動き予測モードで動き予測がされた画像の補間処理について、図35を用いて説明する。高解像度画像（上位レイヤー）に対しては、図35（a）に示すように、各フィールドそれぞれ独立に、 $1/2$ 画素精度で動き補償がされる。これに対し、標準解像度画像（下位レイヤー）に対しては、図35

（b）に示すように、整数精度の画素に基づきフィールド内で線形補間をして、垂直方向に $1/4$ 画素、 $1/2$ 画素、 $3/4$ 画素分の位相がずれた画素を生成し、動き補償がされる。すなわち、標準解像度画像（下位レイヤー）では、トップフィールドの整数精度の各画素に基づきトップフィールドの $1/4$ 画素精度の各画素が線形補間により生成され、ボトムフィールドの整数精度の各画素に基づきボトムフィールドの $1/4$ 画素精度の各画素が線形補間により生成される。例えば、垂直方向の位相が0の位置にあるトップフィールドの画素の値を a 、垂直方向の位相が1の位置にあるトップフィールドの画素の値を b とする。この場合、垂直方向の位相が $1/4$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(3a+b)/4$ となり、垂直方向の位相が $1/2$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(a+b)/2$ となり、垂直方向の位相が $3/4$ の位置にあるトップフィールドの画素は $(a+3b)/4$ となる。

【0023】続いて、フレーム動き予測モードで動き予測がされた画像の補間処理について、図36を用いて説明する。高解像度画像（上位レイヤー）に対しては、図36（a）に示すように、各フィールド間で補間処理がされ、すなわち、ボトムフィールドとトップフィールドとの間で補間処理がされ、 $1/2$ 画素精度で動き補償がされる。標準解像度画像（下位レイヤー）に対しては、図36（b）に示すように、トップフィールド及びボトムフィールドの2つのフィールドの整数精度の各画素に基づき、垂直方向に $1/4$ 画素、 $1/2$ 画素、 $3/4$ 画素分の位相がずれた画素が線形補間により生成され、動き補償がされる。例えば、垂直方向の位相が-1の位置にあるボトムフィールドの画素の値を a 、垂直方向の位相が0の位置にあるトップフィールドの画素の値を b 、垂直方向の位相が1の位置にあるボトムフィールドの画素の値を c 、垂直方向の位相が2の位置にあるトップフィールドの画素の値を d 、垂直方向の位相が3の位置にあるボトムフィールドの画素の値を e とする。この場合、垂直方向の位相が0～2の間にある $1/4$ 画素精度

の各画素は、以下のように求められる。

【0024】垂直方向の位相が $1/4$ の位置にある画素は $(a+4b+3c)/8$ となる。垂直方向の位相が $1/2$ の位置にある画素は $(a+3c)/4$ となる。垂直方向の位相が $3/4$ の位置にある画素は $(a+2b+3c+2d)/8$ となる。垂直方向の位相が $5/4$ の位置にある画素は $(2b+3c+2d+e)/8$ となる。垂直方向の位相が $3/2$ の位置にある画素は $(3c+e)/4$ となる。垂直方向の位相が $7/4$ の位置にある画素は $(3c+4d+e)/8$ となる。

【0025】以上のように上記文献2に示された従来の画像復号装置は、飛び越し走査方式に対応した高解像度画像の圧縮画像データを、標準解像度画像データに復号することができる。

【0026】しかしながら、上記文献2に示された従来の画像復号装置では、フィールドDCTモードで得られる標準解像度画像の各画素と、フレームDCTモードで得られる標準解像度の各画素との位相がずれる。具体的には、フィールドDCTモードでは、図37に示すように、下位レイヤーのトップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、下位レイヤーのボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、 $3 \cdots$ となる。それに対して、フレームDCTモードでは、図38に示すように、下位レイヤーのトップフィールドの各画素の垂直方向の位相が0、 $2 \cdots$ となり、下位レイヤーのボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、 $3 \cdots$ となる。そのため、位相が異なる画像がフレームメモリ1036に混在し、出力する画像の画質が劣化する。

【0027】また、上記文献2に示された従来の画像復号装置では、フィールド動き予測モードとフレーム動き予測モードとで位相ずれの補正がされていない。そのため、出力する画像の画質が劣化する。

【0028】本発明は、このような実情を鑑みてなされたものであり、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく出力する動画データの画素の位相ずれをなくすることが可能な、高解像度画像の圧縮画像データから標準解像度の画像データを復号する画像復号装置及び画像復号方法を提供することを目的とする。

【0029】

【課題を解決するための手段】本発明に係る画像復号装置は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画データを復号する画像復号装置であって、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第1の逆直交

変換手段と、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第2の逆直交変換手段と、上記第1の逆直交変換手段又は上記第2の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画画像データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成する第1の画像復号部と、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第3の逆直交変換手段と、上記第3の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画画像データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする第2の画像復号部とを有し、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、上記第1の画像復号部により第2の解像度の動画画像データを復号し、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、上記第2の画像復号部により第2の解像度の動画画像データを復号することを特徴とする。

【0030】この画像復号装置では、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をして低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成する。また、この画像復号装置では、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の

圧縮画像データが入力された場合に、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この画像復号装置では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを出力する。

【0031】また、本発明に係る画像復号装置は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック

（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを復号する画像復号装置であって、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第1の逆直交変換手段と、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第2の逆直交変換手段と、上記第1の逆直交変換手段又は上記第2の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画画像データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、上記第2の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する第1の画像復号部と、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をする第3の逆直交変換手段と、上記第3の逆直交変換手段により逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算して、第2の解像度の動画画像データを出力する加算手段と、上記加算手段から出力される動画画像データを参照画像データとして記憶する記憶手段と、上記記憶手段が記

憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をする動き補償手段とを備え、上記第1の逆直交変換手段は、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする第2の画像復号部とを有し、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、上記第1の画像復号部により第2の解像度の動画画像データを復号し、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、上記第2の画像復号部により第2の解像度の動画画像データを復号することを特徴とする。

【0032】この画像復号装置では、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する。また、この画像復号装置では、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この画像復号装置では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを出力する。

【0033】本発明に係る画像復号方法は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを復号する画像復号方法であって、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画

像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、加算して得られた動画画像データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成して直交変換ブロックを生成し、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、加算して得られた動画画像データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする。

【0034】この画像復号方法では、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をして低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成する。また、この画像復号方法では、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この画像復号方法では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを出力する。

【0035】また、本発明に係る画像復号方法は、所定の画素ブロック（マクロブロック）単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック（直交変換ブロック）単位で直交変換をすることによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データから、上記第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを復号する画像復号方法であって、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、飛び越し走査に対応した直交変換方式（フィールド直交変換モード）により直交変換

がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、順次走査に対応した直交変換方式（フレーム直交変換モード）により直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、加算して得られた動画画像データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して $1/4$ 画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して $3/4$ 画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した 2 つの画素ブロックに分離し、分離した 2 つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした 2 つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して $1/4$ 画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して $3/4$ 画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成し、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第 1 の解像度の圧縮画像データが入力された場合には、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた上記圧縮画像データの直交変換ブロックに対して、逆直交変換をし、逆直交変換がされた圧縮画像データと動き補償がされた参照画像データとを加算し、加算して得られた動画画像データを参照画像データとして記憶し、記憶している参照画像データのマクロブロックに対して動き補償をし、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をすることを特徴とする。

【0036】この画像復号方法では、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第 1 の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して $1/4$ 画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して $3/4$ 画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した 2 つの画素ブロックに分離し、分離した 2 つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした 2 つの画素プロ

ックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して $1/4$ 画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して $3/4$ 画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する。また、この画像復号方法では、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第 1 の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、この画像復号方法では、第 1 の解像度より低い第 2 の解像度の動画画像データを出力する。

【0037】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態として、本発明を適用した画像復号装置について、図面を参照しながら説明する。

【0038】（第 1 の実施の形態）まず、本発明の第 1 の実施の形態の画像復号装置について説明する。

【0039】図 1 に示すように、本発明の第 1 の実施の形態の画像復号装置 1 は、垂直方向の有効ライン数が例えば 1152 本の高解像度画像を MPEG 2 で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに $1/2$ の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば 576 本の標準解像度画像を出力する装置である。

【0040】なお、以下、本発明の実施の形態の説明をするにあたり、高解像度画像のことを上位レイヤーとも呼び、標準解像度画像のことを下位レイヤーとも呼ぶものとする。また、通常、 8×8 の離散コサイン係数を有する DCT ブロックを逆離散コサイン変換した場合 8×8 の画素から構成される復号データを得ることができるが、例えば、 8×8 の離散コサイン係数を復号して 4×4 の画素から構成される復号データを得るような、逆離散コサイン変換をするとともに解像度を縮小する処理を、縮小逆離散コサイン変換という。

【0041】本発明の第 1 の実施の形態の画像復号装置 1 は、圧縮された高解像度画像のビットストリームが供給され、このビットストリームを解析するビットストリーム解析装置 11 と、プログレッシブ画像すなわち順次走査方式の動画画像信号であるビットストリームを復号するプログレッシブ画像対応画像復号部 2 と、インタレース画像すなわち飛び越し走査方式の動画画像信号であるビットストリームを復号するインタレース画像対応画像復号部 3 とから構成される。

【0042】ビットストリーム解析装置 11 は、入力されたビットストリームのシンタックスを検出し、この入力されたビットストリームがプログレッシブ画像であるかインタレース画像であるかを判断する。プログレッシブ画像である場合には、入力されたビットストリームをプログレッシブ画像対応画像復号部 2 に供給する。ま

た、インタレース画像である場合には、入力されたビットストリームをインタレース画像対応画像復号部 3 に供給する。

【0043】プログレッシブ画像対応画像復号部 2 は、図 2 に示すように、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置 3 と、DCT ブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置 4 と、DCT ブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成する縮小逆離散コサイン変換装置 5 と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置 6 と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ 7 と、フレームメモリ 7 が記憶した参照画像に動き補償をする動き補償装置 8 と、フレームメモリ 7 が記憶した画像に対してポストフィルタリングをすることにより、画枠変換をする画枠変換装置 9 とを備えている。

【0044】縮小逆離散コサイン変換装置 5 は、離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示された DCT ブロックに対して、図 33 で示したような、低域の 4×4 の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向及び垂直方向の低域の 4 点の離散コサイン係数に基づき縮小逆離散コサイン変換を行う。この縮小逆離散コサイン変換装置 5 では、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、1 つの DCT ブロックが 4×4 の画素から構成される標準解像度画像を復号することができる。

【0045】プログレッシブ画像に含まれるマクロブロックは、全てフレーム DCT モードにより離散コサイン変換がされている。そのため、この復号された画像データの各画素は、図 3 に示すように、各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $5/4$ 、 $9/4$ 、 $13/4$ となる。すなわち、下位レイヤーの先頭画素（位相が $1/4$ の画素）の位相が上位レイヤーの先頭から 1 番目と 2 番目の画素（位相が 0 と 1 の画素）の中間位相となり、下位レイヤーの先頭から 2 番目の画素（位相が $5/4$ の画素）の位相が上位レイヤーの先頭から 3 番目と 4 番目の画素（位相が 2 と 3 の画素）の中間位相となり、下位レイヤーの先頭から 3 番目の画素（位相が $9/4$ の画素）の位相が上位レイヤーの先頭から 5 番目と 6 番目の画素（位相が 4 と 5 の画素）の中間位相となり、下位レイヤーの先頭から 4 番目の画素（位相が $13/4$ の画素）の位相が上位レイヤーの先頭から 7 番目と 8 番目の画素（位相が 6 と 7 の画素）の中間位相となる。

【0046】加算装置 6 は、縮小逆離散コサイン変換装置 5 により縮小逆離散コサイン変換されたマクロブロックがイントラ画像の場合には、そのイントラ画像をそのままフレームメモリ 7 に格納する。また、加算装置 6 は、縮小逆離散コサイン変換装置 5 により縮小逆離散コサイン変換されたマクロブロックがインター画像である

場合には、そのインター画像に、動き補償装置 8 により動き補償がされた参照画像を合成して、フレームメモリ 7 に格納する。

【0047】動き補償装置 8 は、フレームメモリ 7 に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、 $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、動き補償をする。この動き補償装置 8 により動き補償がされた参照画像は、加算装置 6 に供給され、インター画像に合成される。

【0048】具体的に、動き補償装置 8 では、以下に説明するように、高解像度画像の $1/2$ 画素精度の動き補償に対応するように、フレームメモリ 7 に記憶されている標準解像度画像の画素を補間して、 $1/4$ 画素精度の画素を生成する。

【0049】水平方向の画素に対しては、まず、2 倍補間フィルタを用いて、フレームメモリ 7 に記憶された整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。動き補償装置 8 は、例えば、ハーフバンドフィルタを用いて、 $1/2$ 画素精度の画素を生成する。続いて、線形補間フィルタを用いて、2 倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。動き補償装置 8 では、ハーフバンドフィルタのような 2 倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ 7 に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、この動き補償装置 8 では、高速な処理を行うことができる。また、この動き補償装置 8 では、以上の処理を 1 つの行列を用いて演算してもよく、また、4 倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

【0050】垂直方向の画素に対しては、まず、図 4 (a) に示すように、各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $5/4$ 、 $9/4$ 、 $13/4$ となるような標準解像度画像の整数精度の画素を、フレームメモリ 7 から取り出す。

【0051】続いて、垂直方向の画素に対しては、図 4 (b) に示すように、ハーフバンドフィルタのような 2 倍補間フィルタを用いて、フレームメモリ 7 から取り出した整数精度の画素から $1/2$ 画素精度の画素を生成する。例えば、この図 4 (b) に示すように、垂直方向の位相が $11/4$ の位置にある画素は、 $\dots 5/4$ 、 $9/4$ 、 $13/4$ 、 $17/4 \dots$ の位置にある画素から 2 倍補間をされて生成される。

【0052】続いて、垂直方向の画素に対しては、図 4 (c) に示すように、線形補間フィルタを用いて、2 倍補間フィルタを用いて生成した $1/2$ 画素精度の画素から $1/4$ 画素精度の画素を生成する。例えば、この図 4 (c) に示すように、垂直方向の位相が 4 の位置にある画素は、 $7/2$ 、 $9/2$ の位置にある画素から線形補間をされて生成される。また、垂直方向の位相が 5 の位置

にある画素は、 $9/2$ 、 $11/2$ の位置にある画素から線形補間をされて生成される。

【0053】このように垂直方向の補間を行うことにより動き補償装置8では、ハーフバンドフィルタのような2倍補間フィルタを用いることで、タップ数に応じた積和演算を行うことなく、フレームメモリ7に記憶した標準解像度画像の画素と同位相の画素を高解像度画像に対応した参照画像として出力することができる。そのため、この動き補償装置8では、高速な処理を行うことができる。また、動き補償装置8では、以上の処理を1つの行列を用いて演算してもよく、また、4倍補間フィルタを用いて整数精度の画素から $1/4$ 精度の画素を生成しても良い。

【0054】また、動き補償装置8は、フィルタ決定装置を内部に設けて、フィルタリングのタップ数を決定してもよい。

【0055】フィルタ決定装置は、入力された高解像度画像のビットストリームの中のマクロブロックに関する情報に基づき、動き補償装置8がフィルタリングをする際のタップ数を決定する。

【0056】ここで、高解像度画像を標準解像度の画像に縮小する場合、出力する標準解像度画像の画質と、フィルタリングを行う際のタップ数とは、トレードオフの関係が成り立つ。すなわち、フィルタリングのタップ数を増やすことにより出力する標準解像度画像の画質は向上するが、フィルタリングのタップ数を増やすことにより演算量が増加する。つまり、演算能力の低い動き補償装置8を用いている場合には、フィルタリングのタップ数を増やして画質を向上させると、リアルタイムに動作しなくなる可能性が生じる。反対に、フィルタリングのタップ数を減らしてリアルタイム性を確保している場合には、画質が劣化する。

【0057】このフィルタ決定装置では、マクロブロックに関する情報に基づき動き補償装置8のタップ数を切り換え、出力する標準解像度画像の画質を向上させるとともにリアルタイム性も確保している。

【0058】フィルタ決定装置により行われるフィルタのタップ数の決定処理について説明する。フィルタ決定装置は、例えば、ビットストリーム解析装置11により解析された入力されたビットストリーム中の情報に基づき、フィルタのタップ数を決定する。

【0059】フィルタのタップ数の決定のための情報は、例えば、次の6通りの情報及びこれらの組み合わせとなる。

【0060】第1に、処理されるデータが輝度信号であるか、色差信号であるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0061】画質の主観的な評価は、輝度信号により大きく影響する。また、デジタルテレビジョン放送で用いられる420フォーマットにおいては、輝度信号は色差

信号の4倍の情報を持つ。さらに、MPEG2では、輝度信号を用いて検出された動きベクトルが、色差信号にも用いられる。このため、輝度信号のための動き補償には多くのタップ数を用いたフィルタリングを施し、色差信号のための動き補償には線形補間、若しくはそれに近い少ないタップ数によるフィルタリングを施すことで、見た目の画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0062】第2に、処理されるデータが、Pピクチャに属するものであるか、Bピクチャに属するものであるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0063】MPEG等のビットストリームのDCT係数の低域のみを復号する装置においては、動き補償に起因する誤差の蓄積による画質の劣化が生じる。Pピクチャにおける誤差は、次のPピクチャ及びBピクチャに影響を及ぼす。しかしながら、Bピクチャにおける誤差は、伝搬しない。このため、Pピクチャに属する画素の動き補償には多くのタップ数を用いたフィルタリングを施し、Bピクチャに属する画素の動き補償には線形補間、若しくはそれに近い、少ないタップ数によるフィルタリングを施すことで、画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0064】第3に、処理されるデータの動き補償モードが、前方向予測モード／後方向予測モードであるか、或いは、双方向予測モードであるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0065】第2の場合と同様の理由により、前方向予測モード若しくは後方向予測モードの場合の動き補償には多くのタップ数を用いたフィルタリングを施し、双方向予測モードの場合の動き補償には線形補間、若しくは、それに近い、少ないタップ数によるフィルタリングを施すことで、画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0066】第4に、処理されるデータを含むマクロブロックの動きベクトルの値がどのような値であるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0067】例えば、動き補償装置が、動きベクトルの値により $1/2$ 画素精度の位相に相当する画素値を出力する場合に比べて、 $1/4$ 画素精度の位相に相当する画素値を出力する場合の方が、少ないタップ数で補間を行っても画質劣化が目立ちにくい。そのため、動きベクトルの値に応じてフィルタのタップ数を切り換えることで、画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0068】第5に、水平方向の補間処理であるか、垂直方向の補間処理であるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0069】特に飛び越し走査画像の場合、フィルタの

タップ数の減少による画質の劣化は、水平方向よりも垂直方向により顕著である。そのため、垂直方向に対する動き補償には多くのタップ数を用いたフィルタリングを施し、水平方向に対する動き補償には線形補間、若しくはそれに近い、少ないタップ数によるフィルタリングを施すことで、画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0070】第6に、処理されるデータが、フィールド動き補償モードであるか、フレーム動き補償モードであるかによりフィルタのタップ数を決定する。この理由は、以下の通りである。

【0071】一般的な画像符号化装置においては、フィールド間の差分の大きいマクロブロックに対してはフィールド動き補償モードで処理が施され、小さいマクロブロックに対してはフレーム動き補償モードで処理が施される。そのため、フィールド動き補償モードに多くのタップ数を割り当て、フレーム動き補償モードに少ないタップ数を割り当てることで画質を落とすことなく演算量を減らすことが可能である。

【0072】画枠変換装置9は、フレームメモリ7が記憶した標準解像度の参照画像或いは加算装置6が合成した画像が供給され、この画像をポストフィルタリングにより、画枠を標準解像度のテレビジョンの規格に合致するように変換する。すなわち、画枠変換装置9は、高解像度のテレビジョン規格の画枠を、 $1/4$ に縮小して標準解像度のテレビジョン規格の画枠に変換する。

【0073】プログレッシブ画像対応画像復号部2では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したプログレッシブ画像のビットストリームを、復号するとともに解像度を $1/2$ に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0074】つぎに、インターレース画像対応画像復号部3について説明する。

【0075】このインターレース画像対応画像復号部3は、図5に示すように、ビットストリーム解析装置11からのインターレース画像のビットストリームが供給され、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14と、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置16と、参照画像を一時記憶するフレームメモリ17と、フレームメモリ17が記憶し

た参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置18と、フレームメモリ17が記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置19と、フレームメモリ17が記憶した画像に対してポストフィルタリングをすることにより、画枠変換をするとともに画素の位相ずれを補正してテレビジョンモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換・位相ずれ補正装置20とを備えている。

【0076】フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールドDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14は、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示されたDCTブロックに対して、図33で示したような、低域の 4×4 の係数のみに逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向及び垂直方向の低域の4点の離散コサイン係数に基づき縮小逆離散コサイン変換を行う。このフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14では、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、1つのDCTブロックが 4×4 の画素から構成される標準解像度画像を復号することができる。この復号された画像データの各画素の位相は、図3に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/2$ 、 $5/2 \cdots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が 1 、 $3 \cdots$ となる。すなわち、復号された下位レイヤーのトップフィールドでは、先頭画素（位相が $1/2$ の画素）の位相が上位レイヤーのトップフィールドの先頭から1番目と2番目の画素（位相が 0 と 2 の画素）の中間位相となり、先頭から2番目の画素（位相が $5/2$ の画素）の位相が上位レイヤーのトップフィールドの先頭から3番目と4番目の画素（位相が 4 と 6 の画素）の中間位相となる。また、復号された下位レイヤーのボトムフィールドでは、先頭画素（位相が 1 の画素）の位相が上位レイヤーのボトムフィールドの先頭から1番目と2番目の画素（位相が 1 と 3 の画素）の中間位相となり、先頭から2番目の画素（位相が 3 の画素）の位相が上位レイヤーのボトムフィールドの先頭から3番目と4番目の画素（位相が 5 と 7 の画素）の中間位相となる。

【0077】フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレームDCTモードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15は、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示されたDCTブロックに対して、縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フレームモード用縮小逆離散

コサイン変換装置15では、1つのDCTブロックが4×4の画素から構成される解像度画像を復号するとともに、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15で復号された画像データの各画素の位相は、図6に示すように、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる。

【0078】なお、このフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15の処理については、その詳細を後述する。

【0079】加算装置16は、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14又はフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15により縮小逆離散コサイン変換されたマクロブロックがイントラ画像の場合には、そのイントラ画像をそのままフレームメモリ17に格納する。また、加算装置16は、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14又はフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15により縮小逆離散コサイン変換されたマクロブロックがインター画像である場合には、そのインター画像に、フィールドモード用動き補償装置18或いはフレームモード用動き補償装置19により動き補償がされた参照画像を合成して、フレームメモリ17に格納する。

【0080】フィールドモード用動き補償装置18は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置18は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形で1/4画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置18により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。

【0081】フレームモード用動き補償装置19は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置19は、フレームメモリ17に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を考慮した形で1/4画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置19により動き補償がされた参照画像は、加算装置16に供給され、インター画像に合成される。

【0082】面枠変換・位相ずれ補正装置20は、フレームメモリ17が記憶した標準解像度の参照画像或いは加算装置16が合成した画像が供給され、この画像をボ

ストフィルタリングにより、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれ成分を補正するとともに面枠を標準解像度のテレビジョンの規格に合致するように変換する。すなわち、面枠変換・位相ずれ補正装置20は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/2、5/2・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3・・・となる標準解像度画像を、例えば、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が0、2、4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が1、3、5・・・となるように補正する。また、面枠変換・位相ずれ補正装置20は、高解像度のテレビジョン規格の面枠を、1/4に縮小して標準解像度のテレビジョン規格の面枠に変換する。

【0083】インターレース画像対応画像復号部3では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに解像度を1/2に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0084】つぎに、上記フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0085】なお、このフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以下に説明する1ブロック処理及び2ブロック処理のいずれか或いは両者の処理を行うことができる。フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15は、必要に応じて、1ブロック処理又は2ブロック処理を切り換えて用いても良いし、或いは、いずれか一方の処理のみを行っても良い。

【0086】まず、1ブロック処理について説明する。図7に、1ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0087】フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15には、図7に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1つのDCTブロック単位で入力される。

【0088】まず、ステップS1において、この1つのDCTブロックの離散コサイン係数 y （DCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_1 \sim y_8$ として図中に示す。）に対して、8×8の逆離散コサイン変換（IDCT8×8）を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、8×8の復号された画素データ x （DCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_1 \sim x_8$ として図中に示す。）を得ることができる。

【0089】続いて、ステップS2において、この8×8の画素データ x を、垂直方向に1ライン毎交互に取り出して、飛び越し走査に対応した4×4のトップフィールドの画素ブロックと、飛び越し走査に対応した4×4のボトムフィールドの画素ブロックの2つの画素ブロックに分離する。すなわち、垂直方向に1ライン目の画素

10

20

30

40

50

データ x_1 と、3ライン目の画素データ x_3 と、5ライン目の画素データ x_5 と、7ライン目の画素データ x_7 とを取り出して、トップフィールドに対応した画素ブロックを生成する。また、垂直方向に2ライン目の画素データ x_2 と、4ライン目の画素データ x_4 と、6ライン目の画素データ x_6 と、8ライン目の画素データ x_8 とを取り出して、ボトムフィールドに対応した画素ブロックを生成する。なお、DCTブロックの各画素を飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離する処理を、以下フィールド分離という。

【0090】続いて、ステップS3において、フィールド分離した2つの画素ブロックそれぞれに対して 4×4 の離散コサイン変換 (DCT 4×4) をする。

【0091】続いて、ステップS4において、 4×4 の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z (トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を z_1, z_3, z_5, z_7 として図中に示す。) の高域成分を間引き、 2×2 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、 4×4 の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z (ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を z_2, z_4, z_6, z_8 として図中に示す。) の高域成分を間引き、 2×2 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

【0092】続いて、ステップS5において、高域成分の離散コサイン係数を間引いた画素ブロックに対して、 2×2 の逆離散コサイン変換 (IDCT 2×2) を行う。 2×2 の逆離散コサイン変換をすることにより、 2×2 の復号された画素データ x' (トップフィールドの画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素 *

* データを x'_1, x'_3 として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_2, x'_4 として図中に示す。) を得ることができる。

【0093】続いて、ステップS6において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データとを、垂直方向に1ラインずつ交互に合成して、 4×4 の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。なお、トップフィールドとボトムフィールドに対応した2つの画素ブロックの各画素を垂直方向に交互に合成する処理を、以下フレーム合成という。

【0094】以上のステップS1～ステップS6で示した1ブロック処理を行うことにより、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、図6で示したような、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画素から構成される 4×4 のDCTブロックを生成することができる。

【0095】また、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上のステップS1からステップS6までの1ブロック処理を1つの行列を用いて演算する。具体的には、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上の処理を加法定理を用いて展開計算することにより得られる以下の式1に示す行列 $[FS']$ と、1つのDCTブロックの離散コサイン係数 y ($y_1 \sim y_8$) とを行列演算することにより、縮小逆離散コサイン変換したDCTブロックの画素データ x' ($x'_1 \sim x'_8$) を得ることができる。

【0096】

【数1】

$$[FS'] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} A & B & D-E & F & G & H & I \\ A-C-D & E-F-G-H-J \\ A & C-D-E-F & G-H & J \\ A-B & D & E & F-G & H-I \end{bmatrix} \quad \dots (1)$$

【0097】但し、この式(1)において、A～Jは以下の通りである。

【0098】

【数2】

$$\begin{aligned}
 & 27 \\
 A &= \frac{1}{\sqrt{2}} \quad D = \frac{1}{4} \quad H = \frac{1}{4} + \frac{1}{2\sqrt{2}} \\
 B &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} + \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 E &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 I &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 F &= \frac{\cos \frac{\pi}{8} - \cos \frac{3\pi}{8}}{4} \\
 C &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} - 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 G &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 J &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} + 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}
 \end{aligned}$$

【0099】つぎに、2ブロック処理について説明する。図8に、2ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0100】フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15には、図8に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、2つのDCTブロック単位で入力される。例えば、マクロブロックが4つの輝度成分のDCTブロックと2つの色差成分のDCTブロックとから構成されるいわゆる420フォーマットからなる場合には、垂直方向に隣接した2つの輝度成分

(Y)のDCTブロックが入力される。マクロブロックが図9に示すように構成されている場合には、輝度成分(Y)のDCTブロック0とDCTブロック2とが対となって入力され、また、DCTブロック1とDCTブロック3とが対となって入力される。

【0101】まず、ステップS11において、2つのDCTブロックの離散コサイン係数y(時間的に前のDCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_1 \sim y_8$ として図中に示し、時間的に後のDCTブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_9 \sim y_{16}$ として図中に示す。)に対して、それぞれ独立に8×8の逆離散コサイン変換(IDCT8×

8)を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、8×8の復号された画素データx(時間的に前のDCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_1 \sim x_8$ として図中に示し、時間的に後のDCTブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_9 \sim x_{16}$ として図中に示す。)を得ることができる。

【0102】続いて、ステップS12において、2つのDCTブロックの8×8の画素データxを、垂直方向に1ライン毎交互に取り出して、飛び越し走査に対応したトップフィールドの8×8の画素ブロックと、飛び越し走査に対応したボトムフィールドの8×8の画素ブロックの2つの画素ブロックにフィールド分離する。すなわち、時間的に前のDCTブロックから、垂直方向に1ライン目の画素データ x_1 と、3ライン目の画素データ x_3 と、5ライン目の画素データ x_5 と、7ライン目の画素データ x_7 とを取り出し、時間的に後のDCTブロックから、垂直方向に1ライン目の画素データ x_9 と、3ライン目の画素データ x_{11} と、5ライン目の画素データ x_{13} と、7ライン目の画素データ x_{15} とを取り出して、トップフィールドに対応した8×8の画素ブロックを生成する。また、時間的に前のDCTブロックから、垂直方向に2ライン目の画素データ x_2 と、4ライン目の画素データ x_4 と、6ライン目の画素データ x_6 と、8ライン目の画素データ x_8 とを取り出し、時間的に後のDCTブロックから、垂直方向に2ライン目の画素データ x_{10} と、4ライン目の画素データ x_{12} と、6ライン目の画素データ x_{14} と、8ライン目の画素データ x_{16} とを取り出して、ボトムフィールドに対応した画素ブロックを生成する。

【0103】続いて、ステップS13において、フィールド分離した2つの8×8の画素ブロックそれぞれに対して8×8の離散コサイン変換(DCT8×8)をする。

【0104】続いて、ステップS14において、8×8の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数z(トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を $z_1, z_3, z_5, z_7, z_9, z_{11}, z_{13}, z_{15}$ として図中に示す。)の高域成分を間引いて、4×4の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、8×8の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数z(ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての係数のうち垂直方向の離散コサイン係数を $z_2, z_4, z_6, z_8, z_{10}, z_{12}, z_{14}, z_{16}$ として図中に示す。)の高域成分を間引き、4×4の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

【0105】続いて、ステップS15において、高域成分の離散コサイン係数を間引いた4×4の画素ブロックそれぞれに対して、4×4の逆離散コサイン変換(ID

CT4×4)を行う。4×4の逆離散コサイン変換をすることにより、4×4の復号された画素データx' (トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データをx' ₁, x' ₂, x' ₃, x' ₄として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データをx' ₅, x' ₆, x' ₇, x' ₈として図中に示す。)を得ることができる。

【0106】続いて、ステップS16において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データとを、垂直方向に1ラインずつ交互にフレーム合成して、8×8の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。

【0107】以上のステップS11～ステップS16で示した2ブロック処理を行うことにより、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、図6で示した*

$$[FS''] = \frac{1}{8\sqrt{2}} \begin{bmatrix} A & B & C & D \end{bmatrix} \dots (2)$$

【0110】但し、この式(2)において、A～Dは、以下の通りである。

* ような、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画素から構成されるDCTブロックを生成することができる。

【0108】また、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上のステップS11～ステップS16までの2ブロック処理を1つの行列を用いて演算する。具体的には、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15では、以上の処理を加法定理を用いて展開計算することにより得られる以下の式(2)に示す行列[FS'']と、2つのDCTブロックの離散コサイン係数y (y₁～y₁₆)とを行列演算して、縮小逆離散コサイン変換したDCTブロックの画素データx' (x' ₁～x' ₈)を得ることができる。

【0109】

【数3】

※【0111】

※【数4】

A

4a+3d-e+f+g	1+a+2b-c+d+e+3f-g	1+d+e-f+g	-2a+2b+c-d+e+f+g
4a+3d-e+f+g	2-a+b-d+3e+f+g	-1-d+e-f+g	-b+d-e-f-g
4a+d+e+f+g	-a-b+d-3e-f-g	-1-d-3e+f+g	-b+2c-d+e+f+g
4a+d+e+f+g	-1-a-3c-d-e-3f+g	1+d-e-f-3g	-2a+2b+c+d-e-f-g
4a-d-e-f-g	a+b+d-3e-f-g	-1+d+3e-f-g	b-2c-d+e+f+g
4a-d-e-f-g	1+a+3c-d-e-3f+g	1-d+e+f+3g	2a-2b-c+d-e-f-g
4a-3d+e-f-g	-1-a-2b+c+d+e+3f-g	1-d-e+f-g	2a-2b-c-d+e+f+g
4a-3d+e-f-g	-2+a-b-d+3e+f+g	-1+d-e+f-g	b+d-e-f-g

【0112】

【数5】

B

2b-2c-d+e+f+3g	-1+2a+b+d-e+f+g	1+2a+d+e+f-g	1+a+b-2c+d-e+3f+g
-2b+2c+d-e-f-3g	-1-2a+3c-d+e-f-g	-1-2a-d-e-f-g	-a-2b-c-d-3e+f-g
-2b+2c-d+e-f+g	-1-2a+2b-c+d-e+f+g	-1-2a+d-e-3f+g	2-a+2b+c+d+3e-f+g
2b-2c+d-e+f-g	1-2a+b-d+e-f-g	1+2a+3d-e+f+g	-1-a-b-d+e-3f-g
-2b+2c+d-e+f-g	1+2a-2b+c+d-e+f+g	-1-2a-d+e+3f-g	-2+a-2b-c+d+3e-f+g
2b-2c-d+e-f+g	-1+2a-b-d+e-f-g	1+2a-3d+e-f-g	1+a+b-d+e-3f-g
2b-2c+d-e-f-3g	1-2a-b+d-e+f+g	1+2a-d-e-f+g	-1-a-b+2c+d-e+3f+g
-2b+2c-d+e+f+3g	1+2a-3c-d+e-f-g	-1-2a+d+e+f+g	a+2b+c-d-3e+f-g

【0113】

【数6】

C

$$\begin{array}{llll}
4a-3d+e-f-g & 2-a+b+d-3e-f-g & -1+d-e+f-g & -b-d+e+f+g \\
4a-3d+e-f-g & 1+a+2b-c-d-e-3f+g & -1-2a+d+e+f+g & -2a+2b+c+d-e-f-g \\
4a-d+e-f-g & -1-a-3c+d+e+3f-g & 1-d+e+f+3g & -2a+2b+c-d+e+f+g \\
4a-d+e-f-g & -a-b-d+3e+f+g & -1+d-3e-f-g & -b+2c+d-e-f-g \\
4a+d+e+f+g & 1+a+3e+d+e+3f-g & +d-e-f-3g & 2a-2b-c-d+e+f+g \\
4a+d+e+f+g & a+b-d+3e+f+g & -1-d-3e+f+g & b-2c+d-e-f-g \\
4a+3d-e+f+g & -2+a-b+d-3e-f-g & -1-d+e-f+g & b-d+e+f+g \\
4a+3d-e+f+g & -1-a-2b+c-d-e-3f+g & 1+d+e-f+g & 2a-2b-c+d-e-f-g
\end{array}$$

【0114】

【数7】

D

$$\begin{array}{llll}
-2b+2c-d+e+f+3g & -1-2a+3c+d-e+f+g & -1-2a+d+e+f+g & -a-2b-c+d+3e-f+g \\
2b-2c+d-e-f-3g & -1+2a+b-d+e-f-g & 1+2a-d-e-f+g & 1+a+b-2c-d+e-3f-g \\
2b-2c-d+e-f+g & 1-2a+b+d-e+f+g & 1+2a-3d+e-f-g & -1-a-b+d-e+3f+g \\
-2b+2c+d-e+f-g & -1-2a+2b-c-d+e-f-g & -1-2a-d+e+3f-g & 2-a+2b+c-d-3e+f-g \\
2b-2c+d-e+f-g & -1+2a-b+d-e+f+g & 1+2a+3d-e+f+g & 1+a+b+d-e+3f+g \\
-2b+2c-d+e-f+g & 1+2a-2b+c-d+e-f-g & -1-2a+d-e-3f+g & -2+a-2b-c-d-3e+f-g \\
-2b+2c+d-e-f-3g & 1+2a-3c+d-e+f+g & -1-2a-d-e-f-g & a+2b+c+d+3e-f+g \\
2b-2c-d+e+f+3g & 1-2a-b-d+e-f-g & 1+2a+d+e+f-g & -1-a-b+2c-d+e-3f-g
\end{array}$$

【0115】また、この式(2)において、 $a \sim g$ は、以下の通りである。

【0116】

【数8】

$$a = \cos \frac{\pi}{4}$$

$$b = \cos \frac{\pi}{8}$$

$$c = \cos \frac{3\pi}{8}$$

$$d = \cos \frac{\pi}{16}$$

$$e = \cos \frac{3\pi}{16}$$

$$f = \cos \frac{5\pi}{16}$$

$$g = \cos \frac{7\pi}{16}$$

【0117】なお、上記フレームモード用縮小逆離散コ 50

サイン変換装置15では、図9で示したいわゆる420フォーマットのマクロブロックが入力された場合には、輝度成分に対しては上記ステップS11～ステップS16に示した2ブロック処理を行って縮小逆離散コサイン変換を行い、色差成分に対しては、上記ステップS1～ステップS6に示した1ブロック処理を行って縮小逆離散コサイン変換を行っても良い。

【0118】以上のようにインターレース画像対応画像復号部3では、フィールドDCTモードでは、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに4×4の縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードでは、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行い標準解像度画像を復号する。このインターレース画像対応画像復号部3では、このようにフィールドDCTモードとフレームDCTモードとで異なる処理を行うため、飛び越し走査画像が有するインターレース性を損なうことなく、かつ、フィールドDCTモードとフレームDCTモードとで復号した画像の位相を同一とすることができ、出力する画像の画質を劣化させない。

【0119】なお、上記インターレース画像対応画像復号部3では、フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14の4×4の縮小逆離散コサイン変換処理、及び、フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15の上記ステップS1～ステップS6による1ブロック処理による縮小逆離散コサイン変換処理を、高速アルゴリズムを用いて処理してもよい。

【0120】例えば、Wangのアルゴリズム(参考文献: Zhong DE Wang., "Fast Algorithms for the Discrete

te W Transform and for the Discrete Fourier Transform", IEEE Tr. ASSP-32, NO. 4, pp. 803-816, Aug. 1984) を用いることにより、処理を高速化することができる。

【0121】フィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14が演算をする行列を、Wangのアルゴリズム*

$$[C_1]^{-1} = [C_1] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [C_2] \\ [C_2] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

$$[C_2] = [C_1]^T = \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad C_r = \cos(r\pi)$$

$$[C_2] = \begin{bmatrix} -C_{\frac{1}{8}} & C_{\frac{9}{8}} \\ C_{\frac{9}{8}} & C_{\frac{1}{8}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -C_{\frac{1}{8}} + C_{\frac{9}{8}} & 0 & 0 \\ 0 & C_{\frac{1}{8}} + C_{\frac{9}{8}} & 0 \\ 0 & 0 & C_{\frac{9}{8}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \dots (3)$$

【0123】また、図10にフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置14の処理にWangのアルゴリズムを適用した場合の処理フローを示す。この処理フローに示すように、第1から第5の乗算器14a~14e及び第1から第9の加算器14f~14nを用いて、高速化を実現することができる。

※

* ムを用いて分解すると、以下の式(3)に示すように分解される。

【0122】

【数9】

※【0124】フレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15が演算をする行列[FS']を、Wangのアルゴリズムを用いて分解すると、以下の式(4)に示すように分解される。

【0125】

【数10】

$$[FS'] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} [M_1] \\ [M_2] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$[M_1] = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A & 0 & 0 & 0 \\ 0 & D & 0 & 0 \\ 0 & 0 & F & 0 \\ 0 & 0 & 0 & H \end{bmatrix}$$

$$[M_2] = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E & 0 & 0 & 0 \\ 0 & G & 0 & 0 \\ 0 & 0 & B & 0 \\ 0 & 0 & C & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I \\ 0 & 0 & 0 & J \end{bmatrix} \quad \dots (4)$$

【0126】但し、この式(4)において、A~Jは、以下の通りである。

【0127】

【数11】

35

$$\begin{aligned}
 A &= \frac{1}{\sqrt{2}} & F &= \frac{\cos \frac{\pi}{8} - \cos \frac{3\pi}{8}}{4} \\
 D &= \frac{1}{4} & H &= \frac{1}{4} + \frac{1}{2\sqrt{2}} \\
 B &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} + \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 C &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} - 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 E &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} - \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 G &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 I &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} - \cos \frac{3\pi}{16} + 3\cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4} \\
 J &= \frac{\cos \frac{\pi}{16} + 3\cos \frac{3\pi}{16} - \cos \frac{5\pi}{16} + \cos \frac{7\pi}{16}}{4}
 \end{aligned}$$

【0128】また、図11にフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置15の処理にWangのアルゴリズムを適用した場合の処理フローを示す。この処理フローに示すように、第1から第10の乗算器15a~15j及び第1から第13の加算器15k~15wを用いて、高速化を実現することができる。

【0129】以上のように本発明を適用した第1の実施の形態の画像復号装置1では、インターレース画像が入力された場合にはインターレース画像対応画像復号部3により、フレームDCTモードにより離散コサイン変換がされたDCTブロックの全周波数成分の係数に対して逆離散コサイン変換をして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ離散コサイン変換をして低周波成分の係数に対して逆離散コサイン変換をし、逆離散コサイン変換をした2つの画素ブロックを合成する。また、本発明を適用した第1の実施の形態の画像復号装置1では、プログレッシブ画像が入力された場合にはプログレッシブ画像対応画像復号部2により、離散コサイン変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆離散コサイン変換をする。

【0130】このことにより、本発明を適用した第1の

36

実施の形態の画像復号装置1では、飛び越し走査画像が有するインターレース性を損なうことなくフィールドDCTモードとフレームDCTモードとによる画素の位相ずれをなくすることができるとともに、順次走査画像の画質を向上させることができる。

【0131】なお、画像復号装置1のプログレッシブ画像対応画像復号部2とインターレース画像対応画像復号部3は、互いに処理内容が同一の構成要素を有する。例えば、可変長復号装置3と可変長復号装置12、逆量子化装置4と逆量子化装置13、加算装置6と加算装置16、フレームメモリ7とフレームメモリ17は、その処理内容が同一である。そのため、これらをプログレッシブ画像対応画像復号部2とインターレース画像対応画像復号部3とで共用する構成としても良い。

【0132】（第2の実施の形態）つぎに、本発明の第2の実施の形態の画像復号装置について説明する。なお、この第2の実施の形態の画像復号装置の説明にあたり、上記第1の実施の形態の画像復号装置1と同一の構成要素については図面中に同一の符号を付け、その詳細な説明を省略する。また、この第2の実施の形態の画像復号装置は、上記第1の実施の形態の画像復号装置1のインターレース画像対応画像復号部3を変形した構成であるため、この変形したインターレース画像対応画像復号部のみ詳細に説明する。

【0133】図12に示すように、本発明の第2の実施の形態の画像復号装置30は、ビットストリーム解析装置11と、プログレッシブ画像対応画像復号部2と、インターレース画像対応画像復号部3aとを備え、垂直方向の有効ライン数が例えば1152本の高解像度画像をMPEG2で画像圧縮したビットストリームが入力され、この入力されたビットストリームを復号するとともに1/2の解像度に縮小して、垂直方向の有効ライン数が例えば576本の標準解像度画像を出力する装置である。

【0134】画像復号装置30のインターレース画像対応画像復号部3aは、ビットストリーム解析装置11から入力されたビットストリームが供給され、データの発生頻度に応じた符号長を割り当てる可変長符号化がされた上記ビットストリームを復号する可変長符号復号装置12と、DCTブロックの各係数に量子化ステップを掛ける逆量子化装置13と、フィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31と、フレームDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックに対して縮小逆離散コサイン変換をして標準解像度画像を生成するフレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32と、縮小逆離散コサイン変換がされた標準解像度画像と動き補償がされた参照画像とを加算する加算装置16と、参照画像を一時記憶

するフレームメモリ 17 と、フレームメモリ 17 が記憶した参照画像にフィールド動き予測モードに対応した動き補償をするフィールドモード用動き補償装置 18 と、フレームメモリ 17 が記憶した参照画像にフレーム動き予測モードに対応した動き補償をするフレームモード用動き補償装置 19 と、フレームメモリ 17 に記憶した画像に対して、画枠変換をしてモニタ等に表示するための標準解像度の画像データを出力する画枠変換装置 33 とを備えている。

【0135】フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 31 は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フィールド DCT モードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 31 は、フィールド DCT モードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示された DCT ブロックの全ての係数のうち 4×8 の係数のみに対して、トップフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。すなわち、水平方向に対して低域の 4 点の離散コサイン係数に基づき逆離散コサイン変換を行い、垂直方向に対して 8 点の離散コサイン係数に基づき位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。具体的には、トップフィールドの垂直方向の各画素に対しては、 $1/4$ 画素分の位相補正を行い、ボトムフィールドの垂直方向の各画素に対しては、 $3/4$ 画素分の位相補正を行う。そして、以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、図 13 に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4 \dots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4 \dots$ となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。

【0136】フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 32 は、入力されたビットストリームのマクロブロックが、フレーム DCT モードで離散コサイン変換されている場合に用いられる。フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 32 は、フレーム DCT モードで離散コサイン変換がされたマクロブロック内の 8×8 個の係数が示された DCT ブロックに対して、詳細を後述する 1 ブロック処理或いは 2 ブロック処理により、トップフィールドとボトムフィールドの垂直方向の画素の位相ずれを補正した縮小逆離散コサイン変換を行う。そして、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 31 で生成した標準解像度画像の画素の位相と同位相の画像を生成する。すなわち、1 ブロック処理或いは 2 ブロック処理で縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、図 13 に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4$ 、 $9/4 \dots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4$ 、 $13/4 \dots$ となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。

【0137】フィールドモード用動き補償装置 18 は、マクロブロックの動き予測モードがフィールド動き予測モードの場合に用いられる。フィールドモード用動き補償装置 18 は、フレームメモリ 17 に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、 $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フィールド動き予測モードに対応した動き補償をする。このフィールドモード用動き補償装置 18 により動き補償がされた参照画像は、加算装置 16 に供給され、インター画像に合成される。

【0138】フレームモード用動き補償装置 19 は、マクロブロックの動き予測モードがフレーム動き予測モードの場合に用いられる。フレームモード用動き補償装置 19 は、フレームメモリ 17 に記憶されている標準解像度画像の参照画像に対して、 $1/4$ 画素精度で補間処理を行い、フレーム動き予測モードに対応した動き補償をする。このフレームモード用動き補償装置 19 により動き補償がされた参照画像は、加算装置 16 に供給され、インター画像に合成される。

【0139】画枠変換装置 33 は、フレームメモリ 17 が記憶した標準解像度の参照画像が供給され、この参照画像をポストフィルタリングにより、画枠を標準解像度のテレビジョンの規格に合致するように変換する。すなわち、画枠変換装置 33 は、高解像度のテレビジョン規格の画枠を、 $1/4$ に縮小した標準解像度のテレビジョン規格の画枠に変換する。なお、この画枠変換装置 33 は、フレームメモリ 17 に格納されている画像がトップフィールドとボトムフィールドとの間に位相ずれが生じていないので、上述した第 1 の実施の形態の画枠変換・位相ずれ補正装置 20 と異なり、画素の位相ずれの補正は行わなくて良い。

【0140】インターレース画像対応画像復号部 3a では、以上のような構成を有することにより、高解像度画像を MPEG 2 で画像圧縮したビットストリームを、復号するとともに $1/2$ の解像度に縮小して、標準解像度画像を出力することができる。

【0141】つぎに、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 31 の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0142】フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置 31 には、図 14 に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1 つの DCT ブロック単位で入力される。

【0143】まず、ステップ S21 において、この 1 つの DCT ブロックの離散コサイン係数 y （DCT ブロックの全ての離散コサイン係数のうち垂直方向の係数を $y_1 \sim y_8$ として図中に示す。）に対して、 8×8 の逆離散コサイン変換（IDCT 8×8 ）を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、 8×8 の復号された画素データ x （DCT ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを $x_1 \sim x_8$ として図中に示す。）を得る

ことができる。

【0144】続いて、ステップS22において、この8×8の画素データを、4×8の位相補正フィルタ行列によりDCTブロック内で閉じた変換を行い、位相補正した画素データ x' （全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 として図中に示す。）を得る。

【0145】以上のステップS21～ステップS22の処理を行うことにより、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、トップフィールドとボトムフィールドとの間で、画素の位相ずれがない画像を生成することができる。

【0146】また、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、図15に示すように、以上の処理を1つの行列（4×8位相補正IDCT行列）を用いて演算してもよい。

【0147】つぎに、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31により演算が行われる4×8位相補正IDCT行列の設計手順を図16に示し、この4×8位相補正IDCT行列について説明する。この4×8位相補正IDCT行列は、プロトタイプフィルタをポリフェーズ分解して作成される。

【0148】ここで、画像復号装置30では、図17(a)に示すような周波数特性の高解像度画像を、図17(b)に示すような信号帯域がローパスフィルタにより半分とされた周波数特性の1/2の解像度の標準解像度画像に、ダウンデコードする。そのため、プロトタイプフィルタに求められる周波数特性は、標準解像度画像の1/4位相の画素値を得ることができるように、図17(c)に示すような4倍のオーバーサンプリングを行った周波数特性となる。

【0149】まず、ステップS31において、ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルからゲインリストを作成する。例え

*
-0.000413627 0.0039878 0.00229913 -0.015080 -0.00939227 0.0561242 0.119497

0.095091 0.017216 -0.0190084 -0.00554409 0.00518009 0.0014488 -0.00122162

*ば、図18に示すように、ナイキスト周波数以下の周波数を等間隔に $(57-1)/2=28$ 分割して、29個のゲインリストを作成する。

【0150】続いて、ステップS32において、周波数サンプリング法により、57個のインパルス応答を作成する。すなわち、29個のゲインリストを逆離散フーリエ変換して、57個のFIRフィルタのインパルス応答を作成する。この57個のインパルス応答を図19に示す。

10 【0151】続いて、ステップS33において、このインパルス応答に窓関数をかけて、57タップのフィルタ係数 $c_1 \sim c_{57}$ を作成する。

【0152】このステップS33で作成されたフィルタがプロトタイプフィルタとなる。

【0153】続いて、ステップS34において、57個のフィルタ係数 $c_1 \sim c_{57}$ を有するプロトタイプフィルタをポリフェーズ分解して、1/4位相補正特性を有する14個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_{14}$ のみを取り出し、ポリフェーズフィルタを作成する。

20 【0154】ここで、ポリフェーズフィルタとは、図20に示すように、入力信号をN倍にオーバーサンプリングし、オーバーサンプリングして得られた信号からN画素間隔で画素を抜き出すポリフェーズ分解を行い、入力信号と1/N位相のずれをもった信号を出力するフィルタである。例えば、入力信号に対して1/4位相ずれた信号を得るためには、図21に示すように、入力信号を4倍にオーバーサンプリングして、この信号から1/4位相ずれた信号を取り出せばよい。

30 【0155】具体的に、57個の係数を有するプロトタイプフィルタ $c_1 \sim c_{57}$ から作成された14個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_{14}$ は、例えば、以下の式(5)で示すような係数となる。

【0156】

【数12】

…(5)

【0157】このようにポリフェーズフィルタを作成した後、トップフィールド用の4×8位相補正IDCT行列と、ボトムフィールド用の4×8位相補正IDCT行列とで、設計処理が分割する。

【0158】まず、トップフィールド用の4×8位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS35において、フィルタ係数が1/4位相補正特性となるように、ポリフェーズ分解された14個のフィルタ係数 c'_1

1 $\sim c'_{14}$ から、群遅延が1/4、9/4、17/4、25/4位相となる8個の係数を取り出し、4×8位相補正フィルタ行列を作成する。このように作成された4×8位相補正フィルタを、図22に示す。

【0159】例えば、上記式(5)の14個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_{14}$ から、以下の式(6)で示すような係数を取り出される。

50 【0160】

【数 1 3】

$$\left\{ \begin{array}{l} 25/4 \text{ 位相} \\ 17/4 \text{ 位相} \\ 9/4 \text{ 位相} \\ 1/4 \text{ 位相} \end{array} \right\} \begin{array}{l} -0.000413627 \ 0.00939878 \ 0.00228913 \ -0.015080 \ -0.009398227 \ 0.0561242 \ 0.119497 \\ \\ 0.00228913 \ -0.015080 \ -0.009398227 \ 0.0561242 \ 0.119497 \\ -0.009398227 \ 0.0561242 \ 0.119497 \\ \\ 0.119497 \end{array}$$

41

$$\left. \begin{array}{l} 0.095091 \\ 0.095091 \ 0.017216 \ -0.0190084 \\ 0.095091 \ 0.017216 \ -0.0190084 \ -0.00554409 \ 0.00518009 \\ 0.095091 \ 0.017216 \ -0.0190084 \ -0.00554409 \ 0.00518009 \ 0.0014488 \ -0.00122162 \end{array} \right\} \dots (6)$$

【0 1 6 1】式 (6) の係数から 4 × 8 位相補正フィルタ行列を求めると、以下の式 (7) で示すような行列となる。

【0 1 6 2】

【数 1 4】

(22)

特開 2 0 0 0 - 5 9 7 9 3

42

$$\left\{ \begin{array}{l} 25/4 \text{ 位相} \\ 17/4 \text{ 位相} \\ 9/4 \text{ 位相} \\ 1/4 \text{ 位相} \end{array} \right\} \begin{array}{l} 0.119497 \ 0.095091 \ 0.017216 \ -0.0190084 \ -0.009398227 \ 0.0561242 \ 0.119497 \\ -0.009398227 \ 0.0561242 \ 0.119497 \ -0.0190084 \ -0.00554409 \ 0.00518009 \\ 0.00228913 \ -0.015080 \ -0.009398227 \ 0.0561242 \ 0.119497 \\ -0.000413627 \ 0.00939878 \ 0.00228913 \ -0.015080 \ -0.009398227 \ 0.0561242 \end{array}$$

* 【0 1 6 3】この式 (7) で示した 4 × 8 位相補正フィルタ行列を正規化すると、以下の式 (8) に示すような行列となる。

【0 1 6 4】

【数 1 5】

*

43
 ... (8)

0.561919	0.447153	0.809559	-0.0883847	-0.0280704	0.0243587	0.0088128	-0.00574453
-0.0362407	0.216559	0.461087	0.388915	0.088428	-0.0733453	-0.0213823	0.0188877
0.00931777	-0.0811172	-0.0380845	0.227457	0.484291	0.38538	0.089772	-0.0770384
-0.00184084	0.0158178	0.00911843	-0.0588182	-0.0372542	0.222815	0.473982	0.377176

【0165】そして、ステップS36において、 8×8 のIDCT行列と、この 4×8 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、トップフィールド用の 4×8 位相補正IDCT行列を作成する。

【0166】 8×8 のIDCT行列と上記式(8)で示す 4×8 の位相補正フィルタとを掛け合わせた 4×8 位相補正IDCT行列は、以下の式(9)に示すような行列となる。

【0167】

【数16】

44
 ... (9)

0.353553	0.470880	0.376984	0.182877	-0.0419176	-0.0790523	-0.0325452	-0.0123689
0.353553	0.249119	-0.244534	-0.39214	-0.0586254	0.0447449	0.00293145	0.0032419
0.353553	-0.154747	-0.424867	0.327667	0.101844	-0.0589048	0.00729624	-0.0053086
0.353553	-0.437751	0.267684	-0.00183147	-0.158649	0.0892455	-0.0287812	0.0128281

【0168】一方、ボトムフィールド用の 4×8 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS37において、フィルタ係数が $3/4$ 位相補正特性となるように、ポリフェイズ分解された14個のフィルタ係数 $c'_{1 \sim c'_{14}}$ を、左右反転させる。

【0169】続いて、ステップS38において、左右反転させた14個のフィルタ係数 $c'_{1 \sim c'_{14}}$ から、群遅延が $3/4$ 、 $11/4$ 、 $19/4$ 、 $27/4$ 位相となる8個の係数を取り出し、 4×8 位相補正フィルタ行列を作成する。

【0170】そして、ステップS39において、 8×8 のIDCT行列と、この 4×8 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、ボトムフィールド用の 4×8 位相補正IDCT行列を作成する。

【0171】このようにステップS31～ステップS39の各処理を行うことによって、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31が演算を行う4×8位相補正IDCT行列を作成することができる。

【0172】以上のように、フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、この4×8位相補正IDCT行列と、入力されたフィールドDCTモードで離散コサイン変換がされたDCTブロックの係数とを行列演算することにより、トップフィールドとボトムフィールドとの間の位相ずれがない、標準解像度の画像を復号することができる。すなわち、このフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31では、図13に示すような、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/4、9/4・・・となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が5/4、13/4・・・となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成することができる。

【0173】つぎに、上記フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32の処理内容について、さらに詳細に説明する。

【0174】なお、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、以下に説明する1ブロック処理及び2ブロック処理のいずれか或いは両者の処理を行うことができる。必要に応じて、1ブロック処理又は2ブロック処理を切り換えて用いても良いし、或いは、いずれか一方の処理のみを行っても良い。

【0175】まず、1ブロック処理について説明する。図23に、1ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0176】フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32には、図23に示すように、高解像度画像を圧縮符号化したビットストリームが、1つのDCTブロック単位で入力される。

【0177】まず、ステップS41において、この1つのDCTブロックの離散コサイン係数 y に対して、8×8の逆離散コサイン変換を行う。続いて、ステップS42において、この8×8の画素データをフィールド分離する。続いて、ステップS43において、フィールド分離した2つの画素ブロックそれぞれに対して4×4の離散コサイン変換をする。続いて、ステップS44において、各画素ブロックの離散コサイン係数 z の高域成分を間引き、2×2の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。以上のステップS41からステップS44までの処理は、図7に示す1ブロック処理におけるステップS1からステップS4までの処理と同一である。

【0178】続いて、ステップS45において、トップフィールドに対応する画素ブロックに対しては、1/4画素分の位相補正をする2×4位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コ

サイン変換を行う。また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックに対しては、3/4画素分の位相補正をする2×4位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、2×2の画素データ x' （トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_1 、 x'_2 として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_3 、 x'_4 として図中に示す。）を得ることができる。この画素データ x' は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が1/4、9/4となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が5/4、13/4となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。なお、この2×4位相補正IDCT行列の設計方法については詳細を後述する。

【0179】続いて、ステップS46において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データとボトムフィールドの画素データの画素データとをフレーム合成する。このステップS46の処理は、図7に示す1ブロック処理におけるステップS6の処理と同一である。

【0180】以上のステップS41～ステップS46の処理を行うことにより、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、画素間の位相ずれがない画像を生成することができる。また、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で復号した画像と位相ずれが生じない画像を生成することができる。

【0181】また、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、以上のステップS41からステップS46までの処理を1つの行列を用いて演算してもよい。

【0182】つぎに、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32のステップS45で演算が行われる2×4位相補正IDCT行列の設計手順を図24に示し、この2×8位相補正IDCT行列について説明する。

【0183】まず、ステップS51において、ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルからゲインリストを作成する。例えば、図25に示すように、ナイキスト周波数以下の周波数を等間隔に $(25-1)/2=12$ 分割して、13個のゲインリストを作成する。

【0184】続いて、ステップS52において、周波数サンプリング法により、25個のインパルス応答を作成する。すなわち、13個のゲインリストを逆離散フーリエ変換して、25個のFIRフィルタのインパルス応答を作成する。この25個のインパルス応答を図26に示す。

【0185】続いて、ステップS53において、このインパルス応答に窓関数をかけて、25タップのフィルタ係数 $c_1 \sim c_{25}$ を作成する。

【0186】このステップS53で作成されたフィルタがプロトタイプフィルタとなる。

【0187】続いて、ステップS54において、25個のフィルタ係数 $c_1 \sim c_{25}$ を有するプロトタイプフィルタをポリフェーズ分解して、1/4位相補正特性を有*

$$-0.00236073 \quad 0.042655 \quad 0.115645 \quad 0.0850711$$

【0190】このようにポリフェーズフィルタを作成した後、トップフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列と、ボトムフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列とで、設計処理が分割する。

【0191】まず、トップフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS55において、ポリフェーズ分解された6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ から、群遅延が1/4、9/4位相とな*

$$\begin{array}{l} 9/4 \text{ 位相} \quad -0.00236073 \quad 0.042655 \quad 0.115645 \quad 0.0850711 \\ 1/4 \text{ 位相} \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad 0.115645 \quad 0.0850711 \end{array}$$

【0194】式(11)の係数から 2×4 位相補正フィルタ行列を求めると、以下の式(12)で示すような行列となる。

$$\begin{array}{cccc} 0.115645 & 0.0850711 & 0.0105276 & 0.00328948 \\ -0.00236073 & 0.042655 & 0.115645 & 0.0850711 \end{array} \quad \dots (12)$$

【0196】この式(12)で示した 2×4 位相補正フィルタ行列を正規化すると、以下の式(13)に示すような行列となる。

$$\begin{array}{cccc} 0.556108 & 0.409085 & 0.0506245 & -0.0158183 \\ -0.00979515 & 0.176984 & 0.479834 & 0.352977 \end{array} \quad \dots (13)$$

【0198】そして、ステップS56において、 4×4 のIDCT行列と、この 2×4 位相補正フィルタ行列とを掛け合わせ、トップフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列を作成する。

【0199】 2×4 のIDCT行列と上記式(13)で◆

$$\begin{array}{ccc} 0.5 & 0.470628 & 0.0402901 \\ 0.5 & -0.318943 & -0.156819 \end{array}$$

【0201】一方、ボトムフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列を作成する場合には、ステップS57において、フィルタ係数が3/4位相補正特性となるように、ポリフェーズ分解された6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ を、左右反転させる。

【0202】続いて、ステップS58において、左右反転させた6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ から、群遅延が3/4、11/4位相となるように、それぞれ2個の係数を取り出し、 2×4 位相補正フィルタ行列を作成する。

【0203】そして、ステップS59において、 4×4 のIDCT行列と、この 2×4 位相補正フィルタ行列と

*する6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ のみを取り出し、ポリフェーズフィルタを作成する。

【0188】具体的に、57個の係数を有するプロトタイプフィルタ $c_1 \sim c_{25}$ から作成された14個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ は、例えば、以下の式(10)で示すような係数となる。

【0189】

【数17】

$$0.0105276 \quad 0.00328948 \quad \dots (10)$$

※るように、それぞれ2個の係数を取り出し、 2×4 位相補正フィルタ行列を作成する。このように作成された 2×4 位相補正フィルタを、図27に示す。

【0192】例えば、上記式(10)の6個のフィルタ係数 $c'_1 \sim c'_6$ から、以下の式(11)で示すような係数を取り出される。

【0193】

【数18】

$$0.0105276 \quad 0.00328948 \quad \dots (11)$$

★【0195】

【数19】

$$\begin{array}{cccc} 0.115645 & 0.0850711 & 0.0105276 & 0.00328948 \\ -0.00236073 & 0.042655 & 0.115645 & 0.0850711 \end{array} \quad \dots (12)$$

☆【0197】

【数20】

$$\begin{array}{cccc} 0.556108 & 0.409085 & 0.0506245 & -0.0158183 \\ -0.00979515 & 0.176984 & 0.479834 & 0.352977 \end{array} \quad \dots (13)$$

◆示す 2×4 の位相補正フィルタとを掛け合わせた 2×4 位相補正IDCT行列は、以下の式(14)に示すような行列となる。

【0200】

【数21】

$$\begin{array}{ccc} -0.0794137 & & \\ 0.0996811 & & \end{array} \quad \dots (14)$$

を掛け合わせ、ボトムフィールド用の 2×4 位相補正IDCT行列を作成する。

【0204】以上のようにステップS51～ステップS59の各処理を行うことによって、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32が上記ステップS45で演算を行う 2×4 位相補正IDCT行列を作成することができる。

【0205】つぎに、2ブロック処理について説明する。図28に、2ブロック処理の内容を説明するための図を示す。

【0206】フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32には、図28に示すように、高解像度

画像を圧縮符号化したビットストリームが、2つのDCTブロック単位で入力される。例えば、マクロブロックが4つの輝度成分のDCTブロックと2つの色差成分のDCTブロックとから構成される場合には、垂直方向に隣接した2つのDCTブロックが入力される。例えば、マクロブロックが上述した図9に示すように構成されている場合には、輝度成分(Y)のDCTブロック0とDCTブロック2とが対となって入力され、また、DCTブロック1とDCTブロック3とが対となって入力される。

【0207】まず、ステップS61において、2つのDCTブロックの離散コサイン係数 y に対して、それぞれ独立に 8×8 の逆離散コサイン変換を行う。逆離散コサイン変換をすることにより、 8×8 の復号された画素データ x を得ることができる。続いて、ステップS62において、2つの 8×8 の画素データをフィールド分離する。続いて、ステップS63において、フィールド分離した2つの 8×8 の画素ブロックそれぞれに対して 8×8 の離散コサイン変換をする。続いて、ステップS64において、 8×8 の離散コサイン変換をして得られたトップフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z の高域成分を間引いて、 4×4 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。また、 8×8 の離散コサイン変換をして得られたボトムフィールドに対応する画素ブロックの離散コサイン係数 z の高域成分を間引き、 4×4 の離散コサイン係数から構成される画素ブロックとする。

【0208】以上のステップS61からステップS64までの処理は、図8に示す2ブロック処理におけるステップS11からステップS14までの処理と同一である。

【0209】続いて、ステップS65において、トップフィールドの画素ブロックに対しては、 $1/4$ 画素分の位相補正をする 4×8 位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。また、ボトムフィールドの画素ブロックに対しては、 $3/4$ 画素分の位相補正をする 4×8 位相補正IDCT行列を用いて、垂直方向の画素の位相ずれを補正した逆離散コサイン変換を行う。以上のような縮小逆離散コサイン変換を行うことにより、 4×4 の画素データ x' （トップフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_1, x'_2, x'_3, x'_4 として図中に示し、また、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの全ての画素データのうち垂直方向の画素データを x'_5, x'_6, x'_7, x'_8 として図中に示す。）を得ることができる。この画素データ x' は、トップフィールドの各画素の垂直方向の位相が $1/4, 9/4, \dots$ となり、ボトムフィールドの各画素の垂直方向の位相が $5/4, 13/4, \dots$ となる標準解像度画像（下位レイヤー）を生成する。

なお、この 4×8 位相補正IDCT行列の設計方法は、上述したフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で演算される行列と同一である。

【0210】続いて、ステップS66において、トップフィールドに対応する画素ブロックの画素データと、ボトムフィールドに対応する画素ブロックの画素データとを、垂直方向に1ラインずつ交互にフレーム合成して、 8×8 の画素データから構成される縮小逆離散コサイン変換をしたDCTブロックを生成する。

10 【0211】以上のステップS61～ステップS66の2ブロック処理を行うことにより、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、画素間の位相ずれがない画像を生成することができる。また、上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置31で復号した画像と位相ずれが生じない画像を生成することができる。

20 【0212】また、フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置32では、以上のステップS61からステップS66までの処理を1つの行列を用いて演算してもよい。

30 【0213】以上のように本発明の第2の実施の形態の画像復号装置30では、インタレース画像が入力された場合には、フィールドDCTモードで、トップフィールドとボトムフィールドとのそれぞれに 4×4 の縮小逆離散コサイン変換を行うとともに位相補正をして標準解像度画像を復号し、フレームDCTモードで、フレーム分離をして縮小逆離散コサイン変換を行うとともに位相補正をして標準解像度画像を復号する。また、本発明を適用した第2の実施の形態の画像復号装置30では、プログレッシブ画像が入力された場合にはプログレッシブ画像対応画像復号部2により、離散コサイン変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆離散コサイン変換をする。

【0214】このことにより、本発明を適用した第1の実施の形態の画像復号装置1では、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなくフィールドDCTモードとフレームDCTモードとによる画素の位相ずれをなくすことができるとともに、順次走査画像の画質を向上させることができる。

40 【0215】なお、画像復号装置30のプログレッシブ画像対応画像復号部2とインターレース画像対応画像復号部3aは、互いに処理内容が同一の構成要素を有する。例えば、可変長復号装置3と可変長復号装置12、逆量子化装置4と逆量子化装置13、加算装置6と加算装置16、フレームメモリ7とフレームメモリ17、画枠変換装置9と画枠変換装置33は、その処理内容が同一である。そのため、これらをプログレッシブ画像対応画像復号部2とインターレース画像対応画像復号部3aとで共用する構成としても良い。

50 【0216】以上本発明の第1及び第2の実施の形態の

画像復号装置について説明したが、本発明で処理されるデータは、MPEG2方式の画像データに限られない。すなわち、所定の画素ブロック単位で動き予測をすることによる予測符号化、及び、所定の画素ブロック単位で直交変換することによる圧縮符号化をした第1の解像度の圧縮画像データであればどのようなデータであってもよい。例えば、ウェーブレット方式等を用いた圧縮画像データであってもよい。

【0217】

【発明の効果】本発明では、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をして飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をして低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした2つの画素ブロックを合成する。また、本発明では、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、本発明では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを出力する。

【0218】このことにより、本発明では、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなくフィールド直交変換モードとフレーム直交変換モードとによる画素の位相ずれをなくすることができるとともに、順次走査画像の画質を向上させることができる。

【0219】また、本発明では、飛び越し走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された場合に、フィールド直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、フレーム直交変換モードにより直交変換がされた直交変換ブロックの全周波数成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をした直交変換ブロックを飛び越し走査に対応した2つの画素ブロックに分離し、分離した2つの画素ブロックに対してそれぞれ直交変換をし、直交変換をした2つの画素ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をし、逆直交変換をして得られたトップフィールドの各画素の垂直方向に対して1/4画素分の位相補正をし、逆直交変換をして得られたボトムフィールドの各画素の垂直方向に対して3/4画素分の位相補正をし、位相補正をしたトップフィールドとボトムフィールドとを合成する。また、本発明では、順次走査方式の動画画像信号が符号化された第1の解像度の圧縮画像データが入力された

場合に、上記直交変換ブロックの各係数のうち低周波成分の係数に対して逆直交変換をする。そして、本発明では、第1の解像度より低い第2の解像度の動画画像データを出力する。

【0220】このことにより、本発明では、復号に必要な演算量及び記憶容量を少なくすることができるとともに、飛び越し走査画像が有するインタレース性を損なうことなく、出力する第2の解像度の動画画像データの画素の位相ずれをなくすることができる。すなわち、出力した動画画像データをフィルタ処理することなく、表示することができる。また、第2の解像度の動画画像データの画質を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図2】上記画像復号装置のプロGRESSIVE画像対応画像復号部のブロック図である。

【図3】上記PROGRESSIVE画像対応画像復号部のフレームメモリに格納される参照画像の垂直方向の位相を説明する為の図である。

【図4】PROGRESSIVE画像対応画像復号部の動き補償装置における補間処理を説明するための図である。

【図5】上記画像復号装置のインターレース画像対応画像復号部のブロック図である。

【図6】上記インターレース画像対応画像復号部のフレームメモリに格納される参照画像の垂直方向の画素の位相を説明するための図である。

【図7】上記インターレース画像対応画像復号部のフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置の1ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図8】上記インターレース画像対応画像復号部のフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置の2ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図9】420フォーマットのマクロブロック内の輝度成分及び色差成分のDCTブロックについて説明をする図である。

【図10】Wangのアルゴリズムを上記インターレース画像対応画像復号部のフィールドモード用縮小逆離散コサイン変換装置の処理に適用した場合の演算フローを示す図である。

【図11】Wangのアルゴリズムを上記インターレース画像対応画像復号部のフレームモード用縮小逆離散コサイン変換装置の1ブロック処理に適用した場合の演算フローを示す図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態の画像復号装置のブロック図である。

【図13】上記第2の実施の形態の画像復号装置のインターレース画像対応画像復号部のフレームメモリに格納される参照画像の垂直方向の画素の位相を説明するための図である。

【図 14】上記インターレース画像対応画像復号部のフィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の処理内容を説明するための図である。

【図 15】1つの行列により処理を行う場合の上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の処理内容を説明するための図である。

【図 16】上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる 4×8 位相補正 IDCT 行列の設計手順を説明するためのフローチャートである。

【図 17】上記 4×8 位相補正 IDCT 行列の設計に必要なとなるプロトタイプフィルタの周波数特性を説明するための図である。

【図 18】ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルから作成されたゲインのリストを説明するための図である。

【図 19】上記ゲインリストを逆離散フーリエ変換して作成されたインパルス応答を説明するための図である。

【図 20】ポリフェイズフィルタを説明するための図である。

【図 21】入力信号に対して $1/4$ 位相ずれた信号を出力するポリフェイズフィルタを説明するための図である。

【図 22】上記フィールドモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる 4×8 位相補正 IDCT 行列を説明するための図である。

【図 23】上記インターレース画像対応画像復号部のフレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の 1 ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図 24】フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる 2×4 位相補正 IDCT 行列の設計手順を説明するためのフローチャートである。

【図 25】ナイキスト周波数以下を等間隔に $\{(N-1)/2\}$ 分割し、その周波数サンプルから作成されたゲインのリストを説明するための図である。

*

* 【図 26】上記ゲインリストを逆離散フーリエ変換して作成されたインパルス応答を説明するための図である。

【図 27】上記フレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置により演算が行われる 2×4 位相補正 IDCT 行列を説明するための図である。

【図 28】上記インターレース画像対応画像復号部のフレームモード用位相補正縮小逆離散コサイン変換装置の 2 ブロック処理の内容を説明するための図である。

【図 29】従来の第 1 のダウンデコーダを示すブロック図である。

【図 30】従来の第 2 のダウンデコーダを示すブロック図である。

【図 31】従来の第 3 のダウンデコーダを示すブロック図である。

【図 32】従来の画像復号装置のブロック図である。

【図 33】上記従来の画像復号装置のフィールド DCT モードにおける縮小逆離散コサイン変換処理を説明するための図である。

【図 34】上記従来の画像復号装置のフィールド DCT モードにおける縮小逆離散コサイン変換処理を説明するための図である。

【図 35】上記従来の画像復号装置のフィールド動き予測モードにおける線形補間処理を説明するための図である。

【図 36】上記従来の画像復号装置のフレーム動き予測モードにおける線形補間処理を説明するための図である。

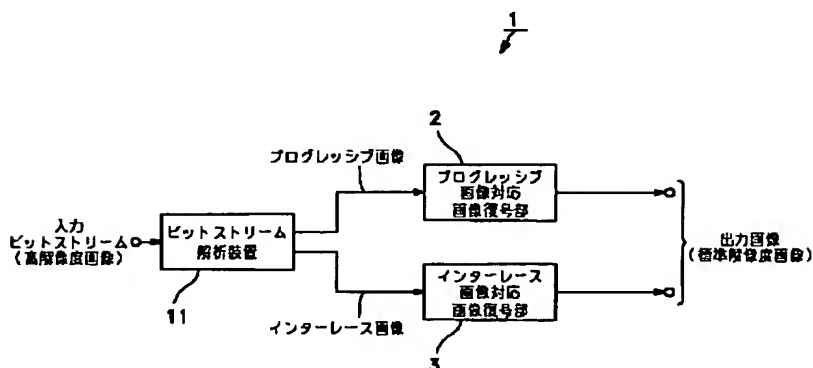
【図 37】上記従来の画像復号装置のフィールド DCT モードの結果得られる画素の位相を説明するための図である。

【図 38】上記従来の画像復号装置のフレーム DCT モードの結果得られる画素の位相を説明するための図である。

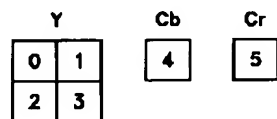
【符号の説明】

1, 30 画像復号装置、2 プログレッシブ画像対応画像復号部、3 インターレース画像対応画像復号部

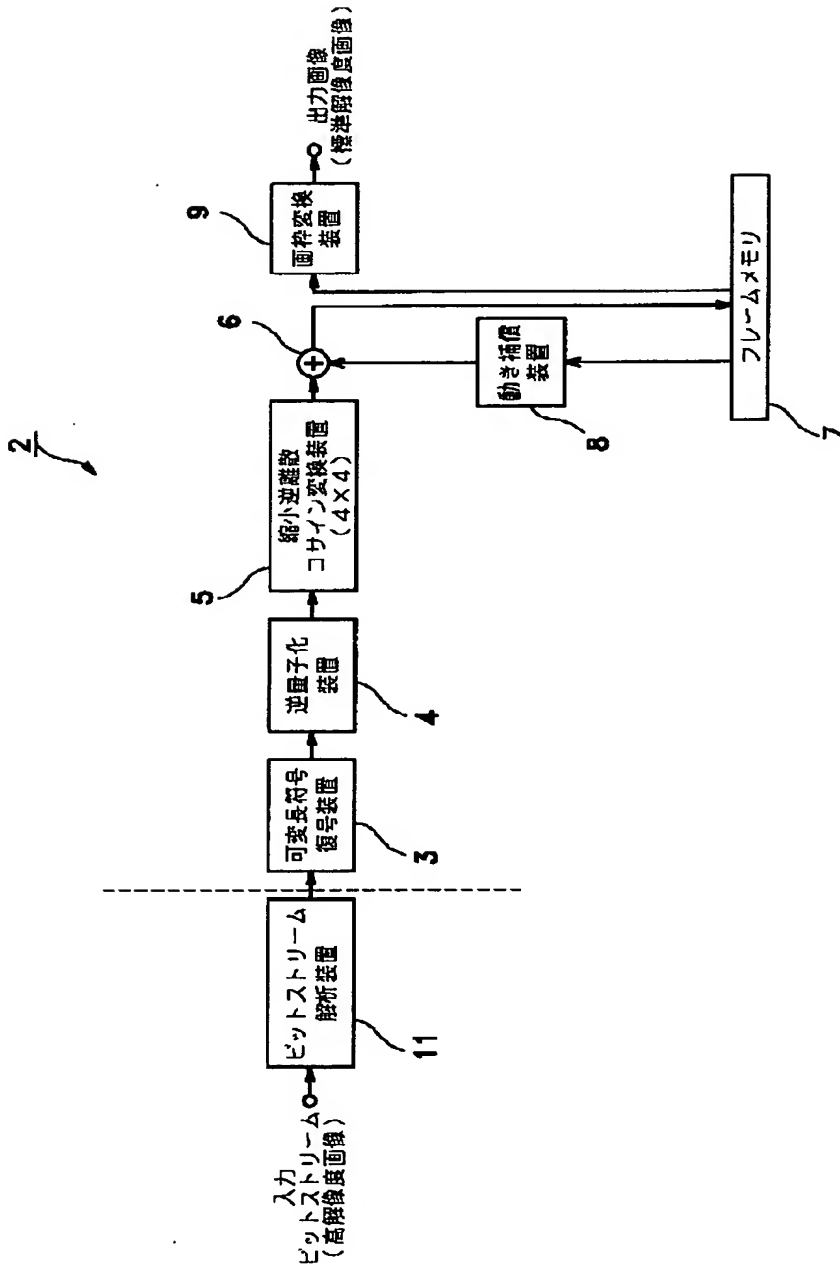
【図 1】



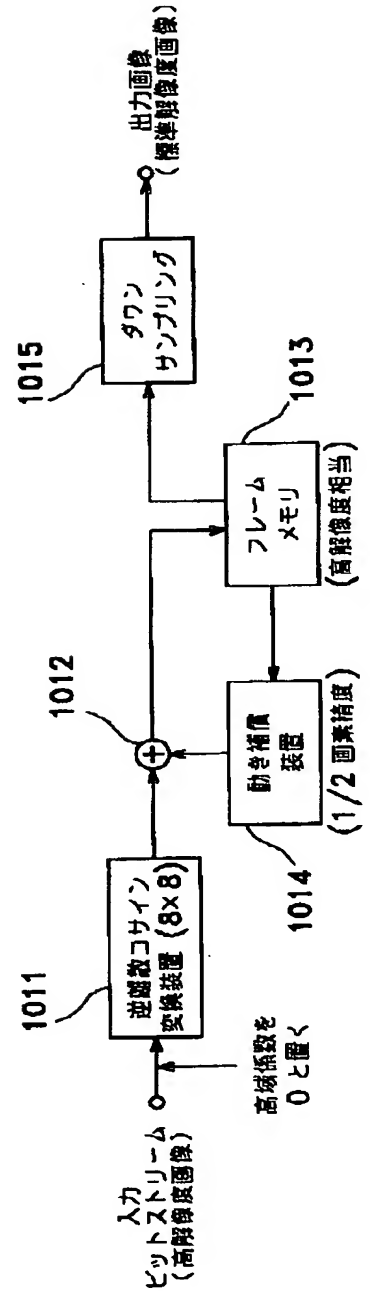
【図 9】



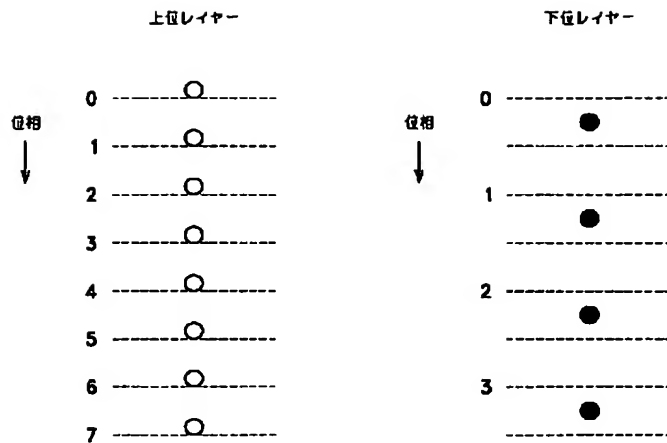
【図2】



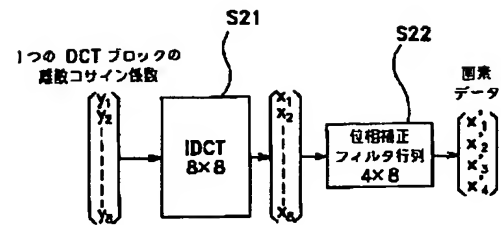
【図30】



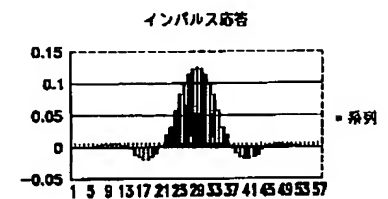
【図3】



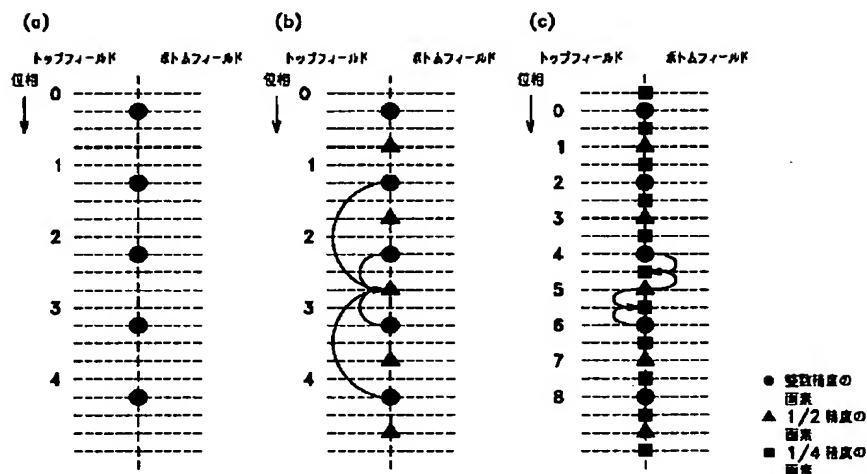
【図14】



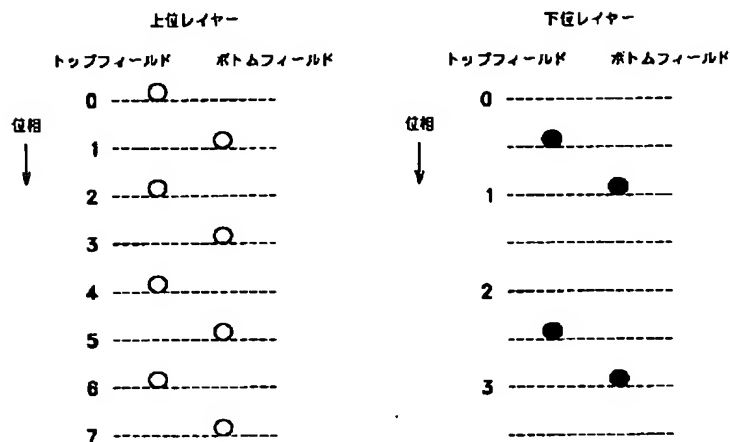
【図19】



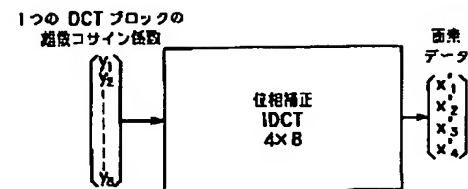
【図4】



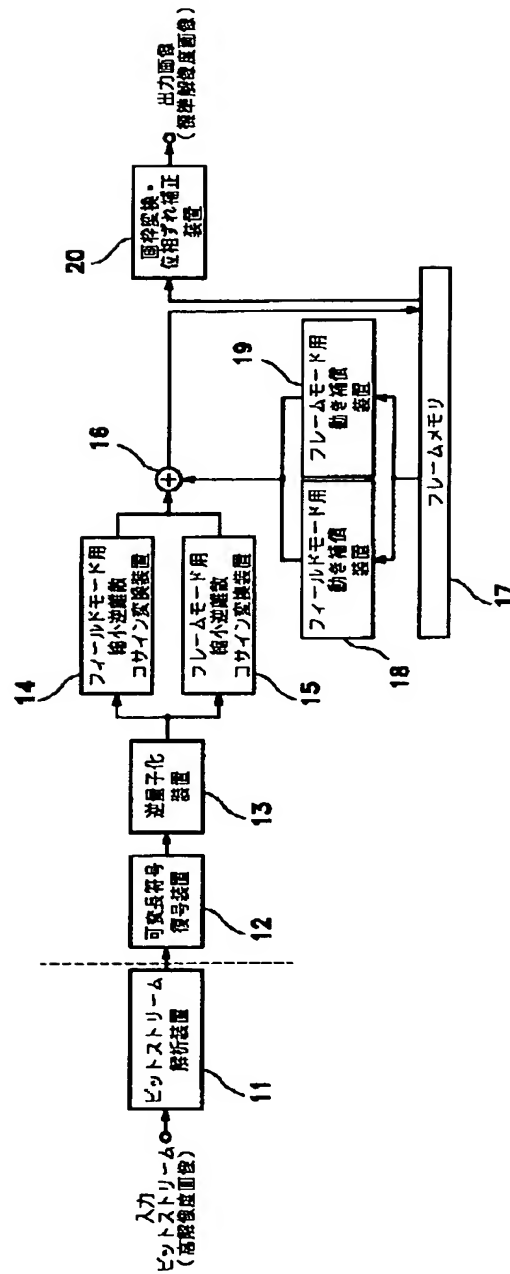
【図6】



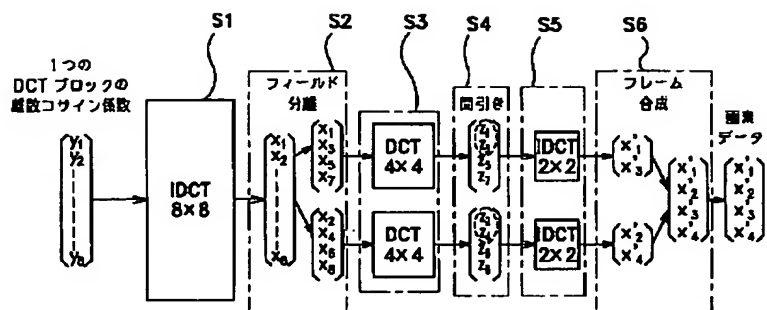
【図15】



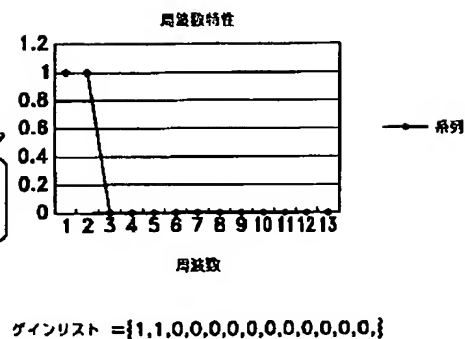
【図5】



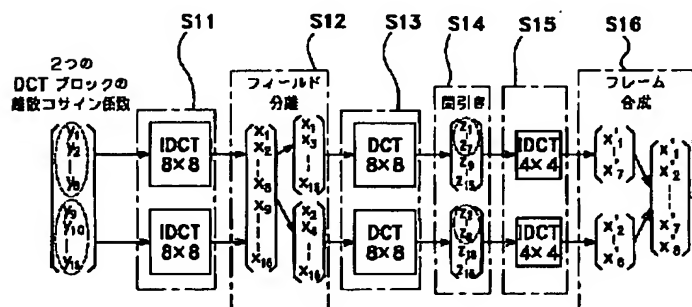
【图 7】



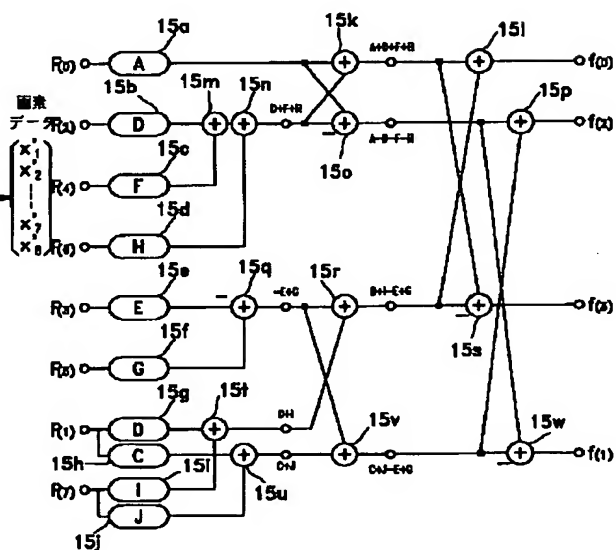
【图 25】



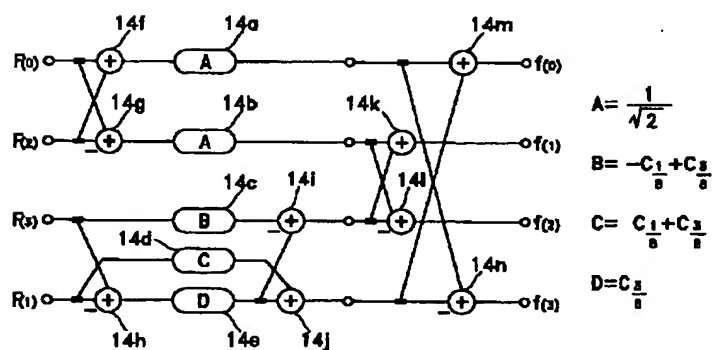
【图 8】



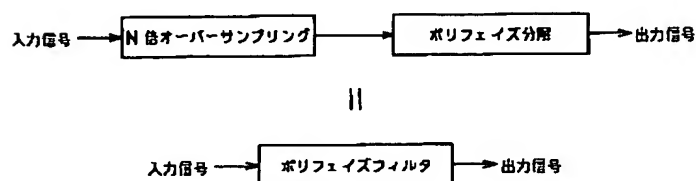
【図 1 1】



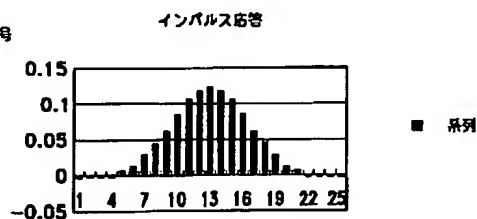
【図 10】



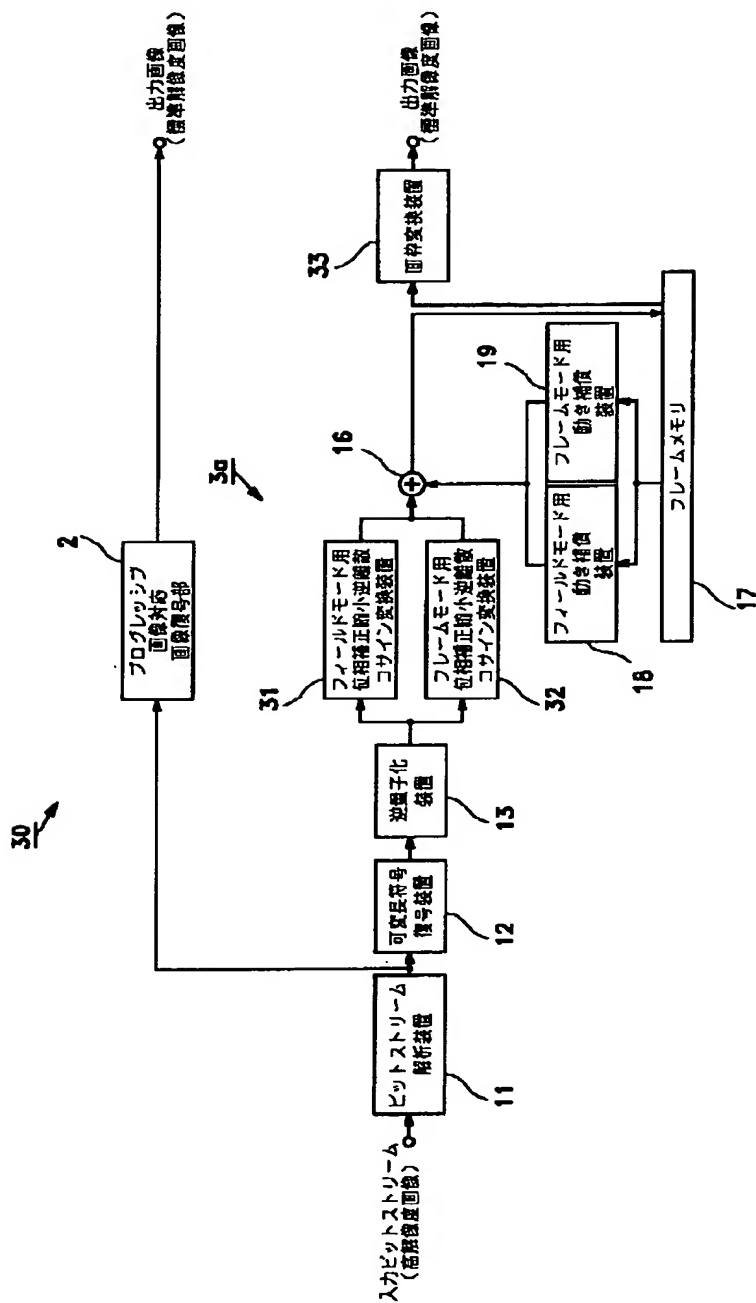
【図 20】



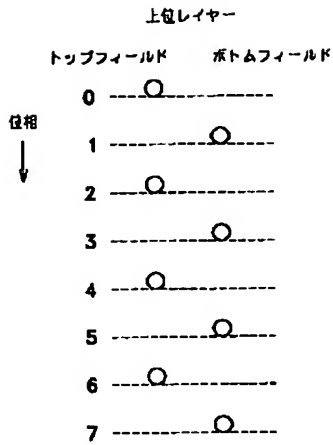
【图 26】



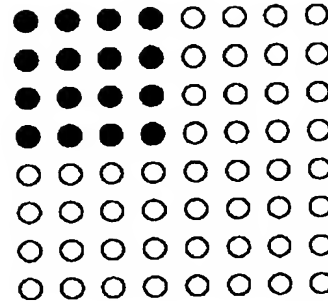
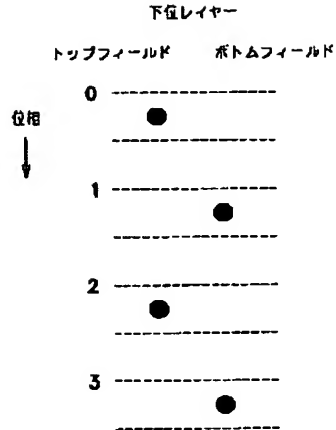
【図12】



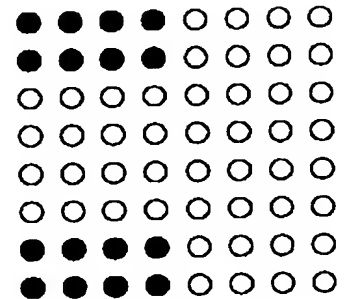
【図13】



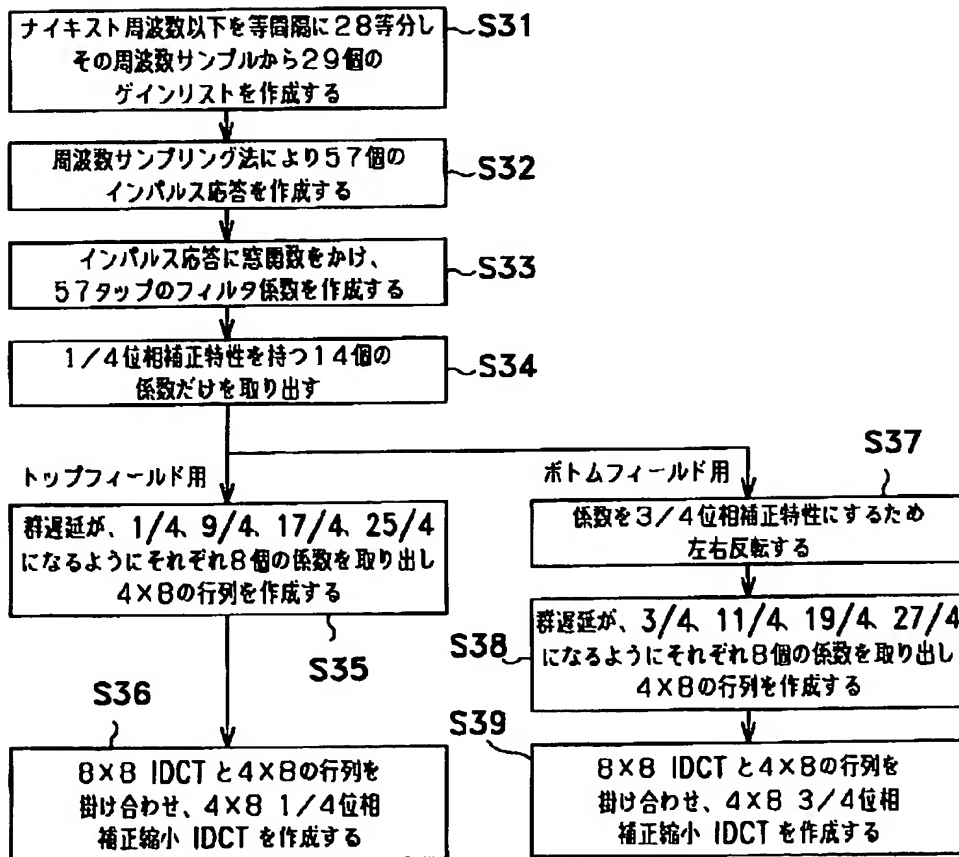
【図33】



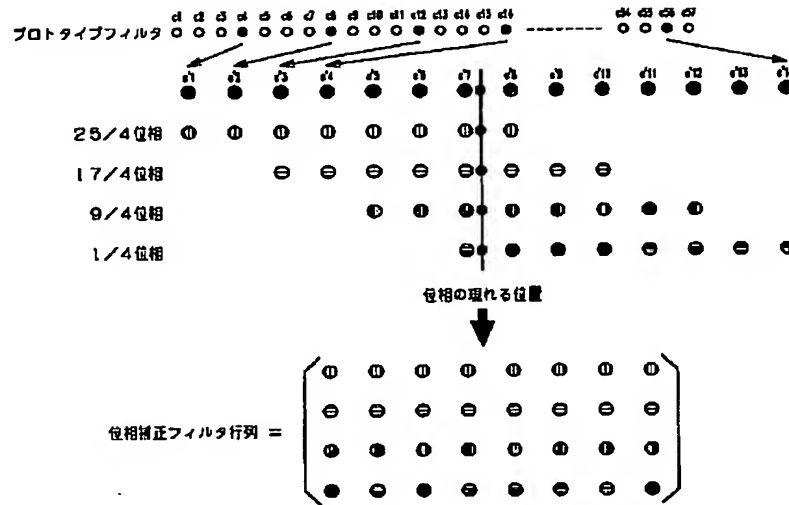
【図34】



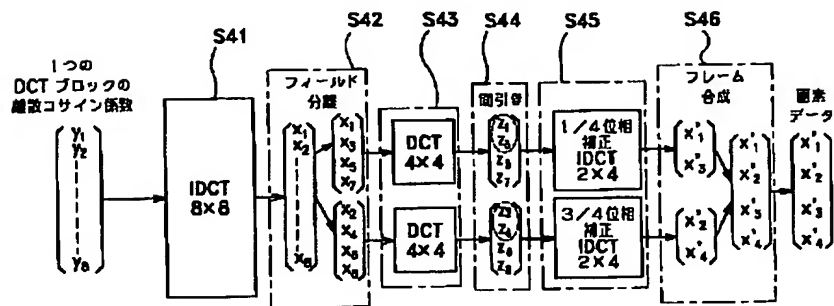
【図16】



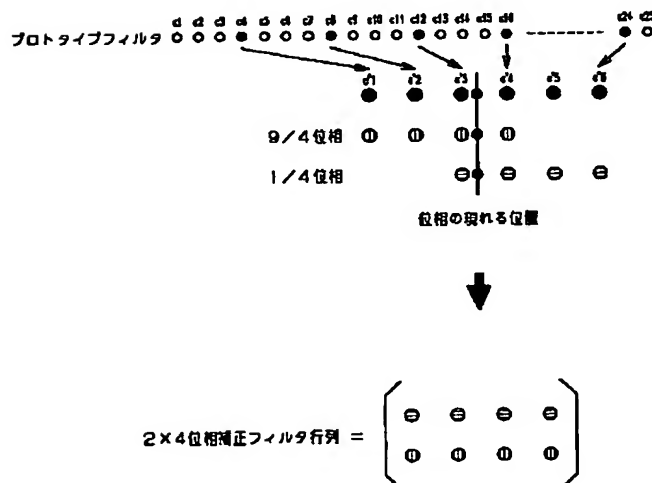
【図22】



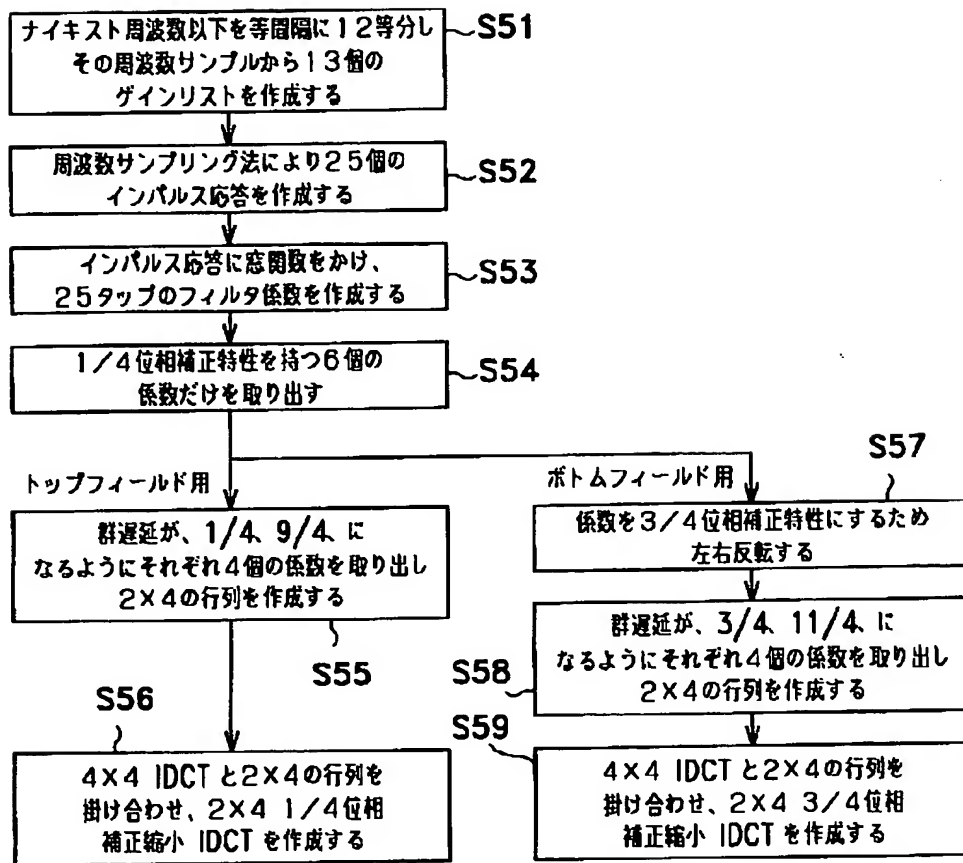
【図23】



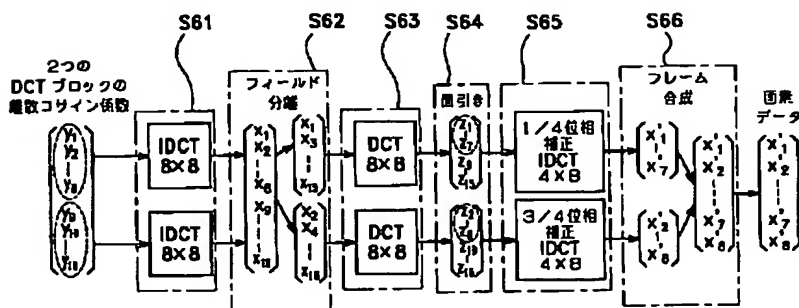
【図27】



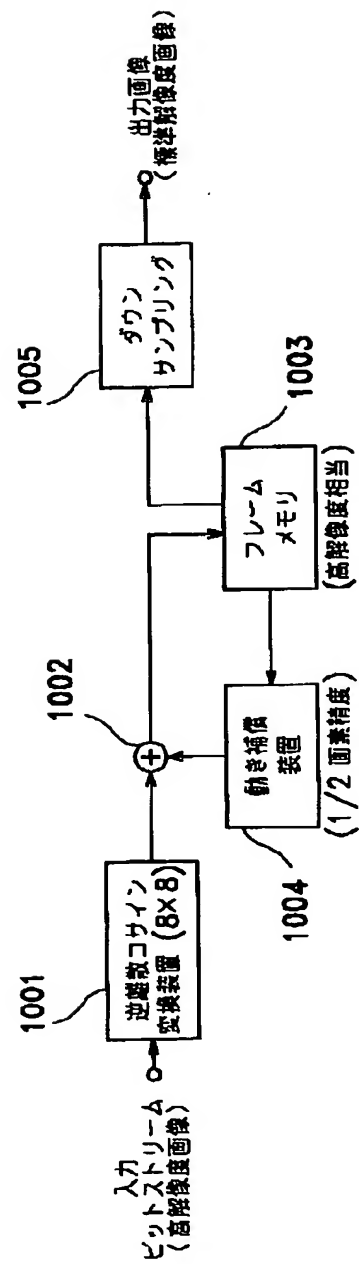
【図24】



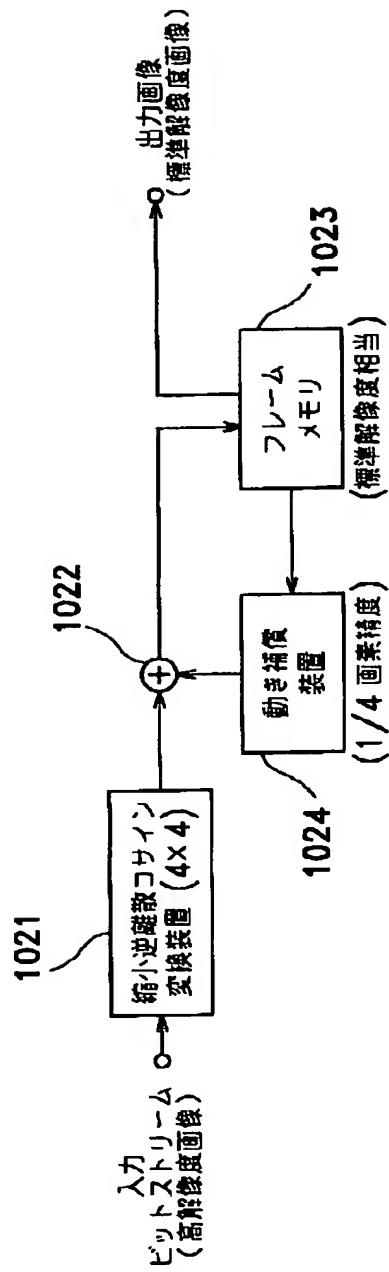
【図28】



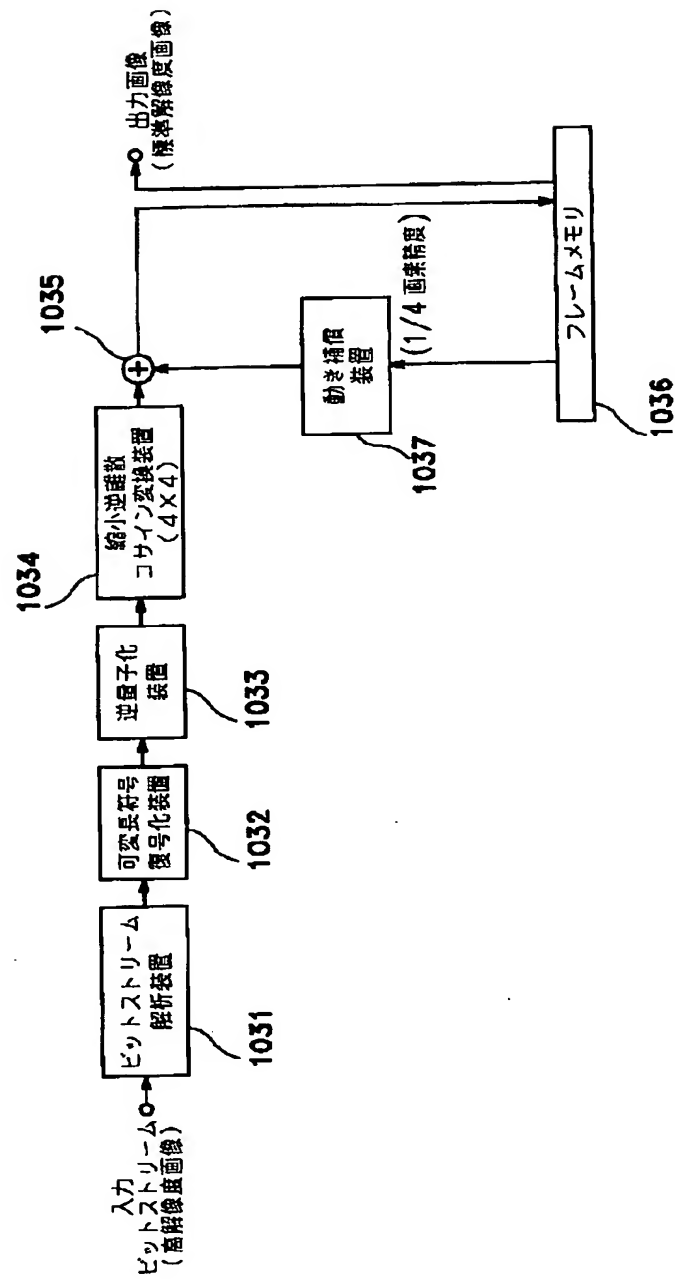
【図 29】



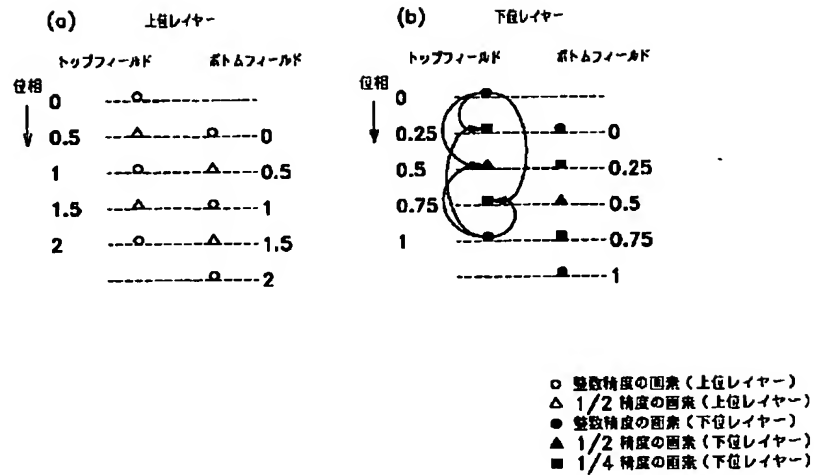
【図31】



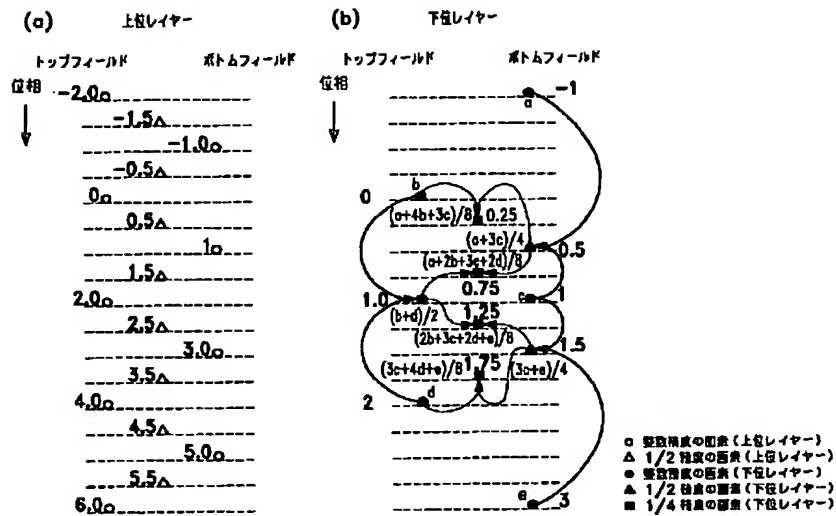
【図32】



【図35】



【図36】



フロントページの続き

(72)発明者 金子 哲夫
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
 ー株式会社内

(72)発明者 三橋 聡
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
 ー株式会社内

(72)発明者 柳原 尚史
 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
 ー株式会社内

Fターム(参考) 5C059 KK41 LB11 LB18 MA03 MA05
 MA23 MC11 MC31 MC32 MC34
 ME01 NN01 PP04 PP14 SS05
 TA16 TA31 TA32 TB08 TC43
 UA05 UA35